

# Le risque en agriculture



Editions de l'ORSTOM

INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION

travers  
à  
champs

*Photo de couverture* : Domainé expérimental de Illpa (Altiplano de Puno, alt. 385 m). Banque de gènes de Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) après l'inondation, mars 86.  
*Cliché* : Pierre MORLON (voir chapitre 2).

**Michel RIEU**  
**Directeur Délégué du**  
**Département "Eaux Continentales"**

# **Le risque en agriculture**

# Le risque en agriculture

*Editeurs scientifiques* : Michel Eldin et Pierre Milleville

*Postface de* Michel Sebillotte

---

**Editions de l'ORSTOM**

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

Collection *à travers champs*

Paris 1989

---

*Maquette de couverture* : Michèle SAINT-LÉGER  
*Fabrication-coordination* : Martine LACOMME

« La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droits ou ayants cause, est illicite » (alinéa 1<sup>er</sup> de l'article 40).

« Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code Pénal ».

© ORSTOM 1989  
ISBN 2-7099-0960-X  
ISSN 0998-4658

# Sommaire

Avant-Propos/Foreward de M. ELDIN, P. MILLEVILLE .....	7
<b>Chapitre 1 — Caractérisation des risques</b>	
M. ELDIN : <i>Du risque de sécheresse au risque de mauvaise récolte : un effort de clarification des concepts</i> .....	19
J. BROSSIER — Risque et incertitude dans la gestion de l'exploitation agricole. Quelques principes méthodologiques .....	25
M. ELDIN — Analyse et prise en compte des risques climatiques pour la production végétale .....	47
D. HERVÉ — Systèmes de culture et érosion. L'état de surface du sol, indicateur des risques d'érosion liés aux systèmes de culture .....	65
J.-M. LAMACHÈRE — Les risques d'inondations dans la plaine agricole de Niéna-Dionkélé .....	83
J.-F. DUPON — Risque cyclonique et agriculture dans les territoires français du Pacifique .....	101
D. Y. ALEXANDRE — L'arbre et le maintien des potentialités agricoles en zone intertropicale humide .....	115
M. SICOT — Contraintes et risques hydriques encourus par l'activité agro-pastorale au Sahel. Exemple de la Mare d'Oursi au Burkina Faso .....	131
Y. GILLON — Le risque acridien .....	143
P. COCHEREAU — L'insecte et le risque agricole .....	153
B. TRECA — Les risques de dégâts d'oiseaux sur les rizières sahéennes .....	167
<b>Chapitre 2 — Risque et pratiques paysannes</b>	
P. MILLEVILLE : <i>Risque et pratiques paysannes : diversité des réponses, disparité des effets</i> .....	179
P. MORLON — Du climat à la commercialisation : l'exemple de l'Altiplano péruvien .....	187
E. FAUROUX — La Grêle à Cangahua (Équateur andin) .....	225
P. MILLEVILLE — Activités agro-pastorales et aléa climatique en région sahéenne .....	233
M. GROUZIS et J. ALBERGEL — Du risque climatique à la contrainte écologique. Incidence de la sécheresse sur les productions végétales et le milieu au Burkina Faso .....	243
J.-Y. MARCHAL — En Afrique soudano-sahéenne : la course contre le temps. Rythmes des averses et forces de travail disponibles .....	255
F. MARY — La panoplie des stratégies antirisques dans les exploitations rizicoles et agro-forestières de Maninjau. Actions individuelles et garanties collectives .....	269
A. LEPLAIDEUR — Vie et survie domestique en zone forestière camerounaise : la reproduction simple est-elle assurée? .....	277
Ch. FLORET, H. KHATTALI, E. LE FLOC'H, R. PONTANIER — Le risque de désertisation en Tunisie présaharienne. Sa limitation par l'aménagement agro-pastoral .....	291
A. GELY — Une réponse stratégique face au risque en agriculture : les systèmes agro-forestiers de l'estuaire amazonien .....	309

A. HALLAIRE — Risque alimentaire et stratégies paysannes au nord des Monts Mandara (Cameroun) .....	327
J. LOMBARD — La gestion des réserves vivrières en pays serer .....	335
A. BOUGHADAD, Y. GILLON — Transformation du risque par la modernisation des méthodes de stockage .....	345
C. SEIGNOBOS — Les parades à la razzia dans la zone soudanienne au XIX <sup>e</sup> siècle : la domestication de la cueillette .....	355
S. TRECHE — Risques liés aux variations de la valeur nutritionnelle des aliments : le cas des tubercules cultivés au Cameroun .....	375
D. SAUTIER — Risques agricoles et risques alimentaires : remarques sur un exemple andin .....	395

### Chapitre 3 — *Risque et changements techniques*

C. FILLONNEAU : <i>Risque et changements techniques : des relations renouvelées avec l'évolution des systèmes de production</i> .....	409
A. LERICOLLAIS — Risques anciens, risques nouveaux en agriculture paysanne dans la vallée du Sénégal .....	419
C. BLANC-PAMARD — Riz, risques et incertitudes : d'une maîtrise à une dépendance. L'exemple des riziculteurs des Hautes Terres malgaches .....	437
X. LE ROY — Fragilisation de systèmes de production par l'introduction de cultures de rapport, Nord Côte d'Ivoire .....	453
N. GERMAIN, J.-C. POUSSIN — Décisions d'assolement et incertitudes : une problématique pour l'agronome .....	463
J. L. CHALEARD — Risque et agriculture de plantation : l'exemple des cultures commerciales développées dans le département d'Agboville (Côte d'Ivoire) .....	475
F. RUF, T. RUF — Le café et les risques de l'intensification. Cas de la Côte d'Ivoire et du Togo (annexe : J.-P. VAUTHERIN, F. RUF) .....	489
A. de KOCHKO — Les risques génétiques de la riziculture traditionnelle en Côte d'Ivoire .....	519
M. NOIROT — Le risque chez une plante fourragère tropicale ( <i>Panicum maximum</i> Jacq.) reproduite par apomixie facultative .....	527
J.-Y. LOYER — Dégradation saline des sols, induite par l'irrigation en domaine sahélien .....	531
V. ROBERT, P. GAZIN, P. CARNEVALE — De la difficulté de prévoir les répercussions sanitaires des aménagements hydro-agricoles. Le cas du paludisme dans la vallée du Kou au Burkina Faso .....	541

### Chapitre 4 — *Contexte macro-économique et politique du risque*

M. DUFUMIER — <i>La prise en compte des risques dans la définition des politiques de développement agricole</i> .....	547
P. COUTY — Risque agricole, périls économiques .....	561
M. LABONNE — Du risque naturel au risque économique dans les pays à faible revenu .....	569
G. COURADE — Le risque d'insécurité alimentaire. De l'imprudence écologique au démantèlement de l'État-providence .....	575
Postface de M. SEBILLOTTE .....	599

*Avant-propos*

Foreword





*La réalisation de cet ouvrage est née de l'initiative d'un groupe de chercheurs de l'ORSTOM, appartenant à des disciplines très variées, et directement concernés par les processus d'élaboration de la production agricole, l'activité des agriculteurs et les conditions dans lesquelles elle s'exerce. A l'origine de ce projet, une constatation : l'idée de risque est permanente, mais demeure largement implicite dans la plupart des travaux portant sur la production agricole, même si certains domaines spécialisés de la recherche agronomique trouvent leur fondement dans l'existence et la manifestation des risques en agriculture. Or les notions d'aléa, d'incertitude, d'insécurité, de danger, ne peuvent qu'imprégner tout discours sur l'agriculture, tant elles s'imposent aux acteurs. Et si de fait peu de recherches portent spécifiquement sur le risque en agriculture, nombreux sont les chercheurs qui, travaillant sur l'explication des faits agricoles, se sentent concernés par un tel sujet. Thème transversal de nombreuses disciplines, il apparaissait que la confrontation des points de vue et des préoccupations à son propos pouvait être riche d'enseignements et susceptible d'aider à mieux poser les questions, voire à mieux cerner les voies tendant à une sécurité accrue en agriculture.*

*Il était somme toute naturel que l'initiative de l'élaboration d'un tel ouvrage soit prise par un organisme de recherche comme l'ORSTOM, où de nombreuses disciplines s'intéressent aux faits agricoles dans leurs dimensions biophysiques, techniques, spatiales, économiques, sociales... et dans des contextes extrêmement variés. À ce propos on notera que si la plupart des cas évoqués ici concernent le monde intertropical, la diversité des situations ne peut que confirmer le caractère d'universalité du sujet abordé. Des milieux chauds et arides aux régions tropicales humides et aux zones d'altitude, des modes d'exploitation extensifs aux systèmes fondés sur une artificialisation poussée du milieu, des agricultures d'auto-subsistance à celles qui se trouvent profondément insérées dans des économies de marché, le risque s'impose comme une constante, même s'il s'exprime avec plus ou moins de force et résulte de l'impact de phénomènes multiples et plus ou moins spécifiques des différentes situations concernées.*

*Cet ouvrage n'a pas l'ambition de constituer un traité, ni d'être un manuel. Il ne prétend à aucune espèce d'exhaustivité, et n'a d'autre but que de parcourir un vaste champ thématique en s'appuyant sur la diversité des aspects du risque pris en considération, celle des regards*

portés, celle des situations et des exemples retenus. Une cinquantaine d'auteurs relevant d'une bonne dizaine de disciplines et d'institutions variées (ORSTOM, CNRS, INRA, CIRAD, Universités, INA-PG) ont collaboré à ce travail, et des sensibilités diverses s'y manifestent. On constatera par ailleurs que certaines contributions abordent les problèmes sur un plan résolument théorique ou général, alors que d'autres argumentent leur propos à partir de cas concrets bien spécifiés. Il fallait toutefois éviter qu'une telle diversité, recherchée pour rendre compte du caractère multiforme du risque en agriculture, ne se transforme en un ensemble par trop hétéroclite.

Au vu du contenu des propositions de participation reçues lors de la phase initiale de ce projet, il était apparu utile de soumettre à l'ensemble des auteurs quelques réflexions destinées à circonscrire le thème et à l'organiser autour de quelques lignes de force, étant bien entendu qu'une grande liberté devait être laissée à chacun, tant sur le fond que sur la forme. Le terme de risque lui-même demandait tout d'abord à être précisé. Certaines réponses insistaient sur l'effet de facteurs jouant en tant que contraintes et renvoyant à l'idée d'une certaine permanence. La notion de risque, quant à elle, introduit celle d'incertitude, liée au caractère aléatoire d'un phénomène, ou à la connaissance imparfaite que l'on en a. Distinguer risque et contrainte amène à s'interroger sur l'occurrence du phénomène en cause et sur le degré d'incertitude qui lui est lié. On notera par ailleurs que les analyses portant sur le risque peuvent privilégier soit les causes, soit les effets, du ou des phénomènes en jeu.

Un deuxième point méritait d'être souligné : le risque ne peut être isolé de son « terrain », c'est-à-dire du contexte biophysique et socio-économique qui va en moduler la manifestation. Il existe à l'évidence des situations plus sensibles que d'autres, lorsque le risque se trouve amplifié par le poids de certaines contraintes, traduisant alors la conjugaison de l'aléatoire et du non-aléatoire. Cette liaison interactive entre le risque et son terrain introduit les idées de régulation, de stabilité, de seuil de rupture, et invite aussi à une approche systémique du problème.

Si l'on se réfère à présent à l'activité agricole proprement dite, il apparaît difficile de rendre compte du risque sans s'intéresser à la perception de ceux qui y sont confrontés, en premier lieu bien sûr les agriculteurs. L'attitude adoptée vis-à-vis du risque, les décisions qui sont prises, résultent de cette perception et en retour l'éclairent. On notera d'ailleurs que les pratiques des acteurs, qui concernent des domaines et des niveaux variés d'intervention, peuvent être envisagées soit comme réponses au risque, soit comme facteurs l'aggravant, soit encore comme sources éventuelles de nouveaux risques. Dans le premier cas on peut distinguer de manière plus ou moins tranchée les réponses stratégiques et tactiques, les pratiques préventives et curatives, les comportements d'évitement et de contournement. Toujours dans cet ordre d'idée, il convient d'accorder une attention particulière aux effets du changement technique, et notamment à l'impact des interventions extérieures.

Enfin les niveaux national et international ne peuvent être ignorés, et ceci pour une double raison : d'abord à cause des conséquences plus ou moins directes des politiques agricoles sur le niveau local, ensuite parce que celles-ci se trouvent, à l'échelle même des États, confrontées au problème du risque, et dans des termes finalement très proches de ceux qui viennent d'être évoqués à propos des pratiques des agriculteurs.

Partant de ces éléments de réflexion, l'ouvrage a été structuré en quatre chapitres. Dans le premier ont été rassemblés dix contributions traitant de principes méthodologiques utilisés dans l'analyse du risque, ou du caractère spécifique des risques liés à la manifestation de phénomènes particuliers. Le deuxième chapitre regroupe quinze articles centrés sur l'activité agricole : perception du risque par les acteurs, réponses tactiques et stratégiques adoptées face à l'aléa et à l'incertitude, modulation des effets en fonction de l'environnement, amplification des risques ou apparition de nouveaux risques sous l'impact des pratiques des agriculteurs ou de l'évolution du contexte. Dix contributions sont consacrées, dans le troisième chapitre, au problème du risque en rapport avec le changement technique, compte-tenu des transformations qu'il induit dans les systèmes agricoles et les conditions de milieu. On s'y interroge sur la façon dont s'initient, se mettent en place et sont appropriés les changements techniques en milieu rural et quelle est la part faite à la maîtrise des risques. Un dernier chapitre, constitué de trois articles seulement, élargit le cadre de l'analyse en mettant en perspective l'activité agricole dans l'environnement global, économique et politique, qui la détermine ou la conditionne largement.

Ces chapitres sont loin d'être étanches. En effet, de nombreux exposés abordent plusieurs de ces grands thèmes, et c'est alors en fonction du sujet principalement traité que chaque article a été rattaché à tel chapitre plutôt qu'à tel autre.

Chaque article peut bien entendu être lu indépendamment des autres. Cependant, pour une lecture plus organisée, on pourra se référer à l'article introductif qui précède chacun des quatre chapitres. On aura ainsi une vue d'ensemble des sujets abordés, des thèmes privilégiés, des thèses soutenues et des exemples choisis. Cet agencement des différentes contributions permet aussi d'éclairer certains aspects de manière diversifiée, de nuancer les propositions, voire de soumettre au lecteur des conclusions et interprétations parfois contradictoires.

Le lecteur trouvera en postface un texte de Michel SEBILLOTTE, Professeur d'agronomie générale à l'Institut National Agronomique de Paris-Grignon, qui élargit et en même temps relativise les conclusions des articles de l'ouvrage en rappelant l'énorme part de la subjectivité dans l'analyse du risque. Cette dernière dépend en effet de la façon dont les manifestations du risque sont perçues et de la projection qui en est faite pour décider dans le futur. L'auteur fait remarquer que les critères d'analyse du risque et de prise de décision par les agriculteurs ne s'établissent pas de façon intrinsèque mais principalement par référence aux objectifs de production qu'ils se sont

*eux-mêmes fixés et qui — de surcroît — varient généralement dans le temps.*

*En conclusion de cette postface, Michel SEBIOLLOTTE propose une grille d'analyse du risque qui a, nous semble-t-il, le mérite de traduire un réel effort de prise en compte de cette subjectivité des acteurs, et aussi de prêter une attention particulière à la nature et à l'évolution des relations qui s'établissent entre les systèmes soumis au risque et leur environnement au sens large : physique, économique, social et humain. « Le risque résulte de la possibilité d'un changement de l'environnement ou de notre relation à lui, qui rend inadéquates les stratégies et les tactiques mises en œuvre pour atteindre nos objectifs voire même qui met hors de notre portée ces objectifs ». Finalement, « l'approche du risque sera toujours nouvelle puisqu'elle résulte de notre présence et de nos activités futures, comme de la présence des autres et de leurs propres activités... ».*

*La richesse et la complexité du thème rendent cet essai inévitablement très incomplet et fragmentaire. Dans la réflexion sur le risque en agriculture, il ne constitue qu'une étape, mais il aura atteint son but s'il suscite un certain renouvellement des recherches sur ce sujet, en même temps qu'une plus grande attention accordée aux objectifs de sécurisation dans les programmes de développement agricole.*

M. E. et P. M.

The achievement of this work is due to the initiative of a group of ORSTOM researchers who belong to various disciplines and are directly concerned by the agricultural production, the farmers' activity and their working conditions. A fact must be pointed out : the notion of risk is permanent but it remains largely implicit in most works about the agricultural production even though some specialized fields of the agronomic research are based on the existence and the occurrence of risks in agriculture. However, the notions of risk and uncertainty are necessarily present in any discourse on agriculture since they are of prime importance for those concerned by risks. Although few researches deal specifically with the agricultural risk, there are numerous researchers who try to clarify the agricultural facts and therefore feel concerned by it. Since it is a theme concerning numerous disciplines, it seemed that the comparison between the different points of view and concerns about it could be highly valuable and likely to contribute to better define problems and even to better find the solutions tending towards an improved security in agriculture.

It was altogether natural that such a work should be achieved on the initiative of a research institution such as ORSTOM where numerous disciplines are concerned with agriculture under highly diversified situations and from biophysical, technical, spatial, economic and social points of view. In connection with this, it will be pointed

ou that if most of the situations mentioned deal with the intertropical area, the various situations confirm the universality of the subject under study. The risk is constant from the warm and arid zones to the humid tropical zones and the high zones, from the extensive farming, to systems based on a thorough modification of the environment, from the self-sufficient agricultural systems to those deeply involved in market economies. However, it is more or less considerable and results from the impact of various phenomena more or less specific to the different situations under study.

This work does not intend to be a treatise or a handbook. It does not claim to be exhaustive and it aims only at examining various themes by relying on the diversified aspects of the risk under consideration, the various observations made, the various situations and examples selected. Some fifty authors belonging to about ten various disciplines and institutions (ORS-TOM, CNRS, INRA, CIRAD, Universities, INA-PG) have contributed to this work and they put forward different approaches. Moreover, it will be pointed out that some contributions deal with problems from a theoretical or general point of view, while others give contributions based on well defined concrete cases. However, such a diversity intended to account for the many-sided aspect of the agricultural risk should not become far too heteroclitic.

Given the proposed contributions received in the course of the initial phase of the project, it seemed useful to make to all the authors some suggestions intended to limit the subject to a few major principles. But it should be clearly understood that each author ought to be left with much freedom in the form and the substance. The term of risk required to be defined more accurately. Some answers laid stress on the effect of factors acting as constraints and referring to a certain permanence. The notion of risk leads to that of uncertainty linked to the randomness of a phenomenon or to the incomplete knowledge of it. The fact of distinguishing between risk and constraint leads to wonder about the occurrence of the phenomenon involved and its related uncertainty. Moreover, it will be pointed out that the analyses about risks can give priority either to the causes or to the effects of the phenomena involved.

A second point had to be emphasized : the risk cannot be isolated from its « background », that is to say from its biophysical and socio-economic background. There are, obviously, situations which are more complex than others, when the risk is increased by some constraints, thus resulting in the combination of randomness and non randomness. The interactive relation between the risk and its background leads to the notions of regulation, stability, scission and it also leads to a systemic approach of the problem.

If one refers now to the agricultural activity proper, it seems hard to account for the risk without considering those who are faced with it and first of all farmers. Their behaviour towards the risk and the decisions

made allow to clarify it. Moreover, it will be pointed out that the activities performed by those concerned by risk in various fields and at different levels can be considered either as answer to the risk, or as factors increasing it or even as possible sources of new risks. In the first case, it is possible to distinguish more or less distinctly the strategic and tactical answers, the preventive and curative methods and the avoidance behaviours. In this connection, it is advisable to give specific attention to the effects of the technical changes and mainly to the impact of outside interventions.

Finally, the national and international levels cannot be ignored for two reasons : first because of the more or less direct consequences of the agricultural policies on a local level and then because the latter are faced with the risk in the states themselves and under conditions very close to those which have just been mentioned concerning the farmers' activities.

On the basis of these elements, the work has been divided into four chapters. The first one contained ten contributions about the methodological principles used in the analysis of risk or of the specificity of risks linked to the occurrence of particular phenomena. The second chapter gathers fifteen papers devoted to the agricultural activity : risks viewed by those concerned, tactical and strategic answers given to the risk and the uncertainty, modification of the effects as related to the environment, intensification of risks or emergence of new risks under the influence of the farmers' activities or of the evolution of the situation. In the third chapter, ten contributions are devoted to the risk in relation to technical changes and given the transformations induced by it in the agricultural systems and in the environmental conditions. One wonders about how technical changes are introduced and set up in the rural zone, whether they are adequate and what is the place given to the risk control. A last chapter including only three papers extends the scope of the analysis by placing the agricultural activity within the framework of the general economic and political environment which defines it or largely depends on it.

These chapters are far from being closed. In fact, numerous papers deal with several of these great themes and each paper has been put into a chapter rather than another in relation to the main subject studied.

Each paper can obviously be read independently of the others. However, in order to read in a more rational way, it will be possible to refer to the introduction of each of the four chapters. Thus, one will get a general outline of the subjects studied, of the themes selected, of the theses supported and of the examples selected. This combination of the different contributions also allows to clarify some aspects in a diversified way, to vary the proposals and even to suggest to the reader some conclusions and interpretations which can seem sometimes to be contradictory.

In the postface, the reader will find a text written by Michel SEBILLOTTE, a professor of agronomy at the National Agronomic Institute of Paris-Grignon which

adds to the conclusions of the papers and at the same time gives them a relative value by recalling the strong influence of subjectivity in the analysis of risk. The latter depends on how risk is perceived and on how it is projected in the future. The author points out that the criteria for the analysis of risk and for the decisions made by farmers are not determined intrinsically but mainly by referring to the objectives of production which have been set by them and which, moreover, vary generally in space.

As a conclusion to this postface, Michel SEBILLOTTE suggests to use a methodological model for the analysis of risk which shows that an attempt is made to take account of the subjectivity displayed by farmers and that particular attention is paid to the nature and evolution of relations which are created between the systems subjected to the risk and their physical, economic, social and human environment. « The risk results from a possible change in the environment or in our relations with it which makes inadequate the strategies and tactics developed in order to reach our objectives and even which puts these objectives out of reach ». Finally, the approach to risk will always be new since it results from our presence and future activities as from the presence of others and their own activities ».

This theme is rich and complex, which makes therefore this essay very incomplete and fragmentary. Concerning the reflections made on the risk in agriculture, it is only a phase, but it will have achieved its end if it leads to other researches on the same subject as well as to give a greater attention to the objectives of security in the agricultural development programmes.

*Traduction de Y. CAVALLAZZI*





*Chapitre 1*

**Caractérisation des risques**



## Du risque de sécheresse au risque de mauvaise récolte : un effort de clarification des concepts...

*Ce chapitre — moins thématique que les trois suivants — contient, d'une part des articles méthodologiques sur l'analyse du risque et la prise de décision, d'autre part une série d'articles qui décrivent un certain nombre de risques particuliers rencontrés en agriculture. Ils traitent de la façon dont ces risques se manifestent, des moyens de les caractériser, de les combattre... Il ne s'agit bien évidemment pas d'une revue exhaustive mais de quelques exemples à partir desquels il est possible de s'interroger sur ce qu'est réellement le risque en agriculture et de tenter un effort de clarification des concepts qui s'y rapportent.*

*Le mot « risque » est vraiment très usuel. Il fait partie du vocabulaire de la vie de tous les jours : « qui ne risque rien n'a rien »... et vivre sans prendre de risque est impossible. Son usage est lui-même « risqué » car il recouvre dans la pratique des réalités assez différentes.*

*En mathématiques (voir l'article de J. BROSSIER : « Risque et incertitude dans la gestion de l'exploitation agricole — Quelques principes méthodologiques ») un risque se caractérise par sa probabilité d'apparition et celle-ci n'existe que si les événements auxquels elle se rapporte sont aléatoires, susceptibles de répétition, indépendants. Remarquons tout de suite que cette définition ne s'applique guère aux risques agricoles tels que, par exemple, les risques climatiques pour la production végétale. Les événements « chutes de pluie », qui peuvent entraîner la sécheresse, ne sont ni aléatoires, ni indépendants. Ils obéissent en effet à un déterminisme en partie connu : formation de vapeur d'eau par évaporation et transpiration, transfert de cette vapeur d'eau vers des zones plus froides de l'atmosphère où — en présence de noyaux de condensation — elle forme des gouttes d'eau grossissantes dont le poids finit par provoquer la chute, la « précipitation » vers le sol.*

*En fait soit parce qu'on ne connaît pas de façon suffisamment précise les rouages complexes de ce déterminisme, soit parce qu'on ne se donne pas les moyens de mesurer les nombreux variables et paramètres des modèles déterministes existant, on se trouve finalement*

confronté à des événements incertains, en grande partie imprévisibles. On a souvent tendance à qualifier d'aléatoire un événement qui obéit en fait à un déterminisme inconnu ou mal connu.

C'est donc ce caractère incertain, imprévisible, irrégulier qui caractérise de nombreux risques agricoles tels que les risques climatiques de sécheresse, d'excès d'eau, de gel, de grêle, de coup de vent, de cyclone... ou tels que les risques de développement d'une maladie ou d'attaque par un ravageur des cultures...

Remarquons maintenant que l'on parle aussi bien du risque de sécheresse climatique (risque qu'il ne pleuve pas suffisamment) que du risque d'obtenir une mauvaise récolte. Dans le premier cas le mot risque correspond à une cause particulière : l'insuffisance des pluies. Dans le second le risque correspond à un effet complexe, à un résultat : la perte de tout ou partie de la récolte.

Une chute de pluie est un événement typiquement répétitif : on peut mesurer en un lieu donné et pour une période déterminée les montants des chutes de pluie observées. À partir des données obtenues au cours de plusieurs années de mesure il est possible de calculer la fréquence d'obtention ou de non-obtention d'une certaine quantité d'eau. Il s'agit donc ici d'un risque bien identifié dans sa cause, son origine, et qui peut faire l'objet d'une évaluation quantitative objective : la fréquence observée. On trouvera dans l'article de M. ELDIN : « Analyse et prise en compte des risques climatiques pour la production agricole », un exemple d'utilisation des fréquences d'occurrence du risque de sécheresse.

Le risque de mauvaise récolte recouvre une réalité beaucoup plus complexe qui se compose de nombreux éléments :

— des éléments à caractère incertain, irrégulier, tels que les accidents climatiques ou les attaques de cultures évoqués ci-dessus ;

— des éléments liés à la nature de la parcelle de culture. Il ne s'agit pas ici de « risque » proprement dit mais plutôt de « contraintes » dans la mesure où l'on est en présence d'éléments généralement connus, relativement permanents, et qui peuvent être maîtrisés de façon assez durable par des traitements appropriés. Un sol déficient en phosphore ou trop peu profond, une terre trop argileuse ou trop pauvre en humus, une parcelle trop petite ou en forte pente,... constituent des contraintes relativement stables, bien connues ou qui peuvent l'être. Il faut noter cependant que la limite entre risque et contrainte est difficile à appréhender dans la mesure où les contraintes modulent l'expression des risques, c'est-à-dire l'ampleur des dégâts qu'ils provoquent : l'érosion d'un terrain dépend du risque : « pluie intense » mais aussi de la contrainte : « sol pentu » ou « état de surface vulnérable » (voir l'article de D. HERVÉ : « L'état de surface du sol, indicateur des risques d'érosion liés aux systèmes de culture »). Il y a interaction entre les « risques-causes » (ici l'intensité de la pluie) et les « contraintes » (ici certaines caractéristiques du sol) pour déterminer l'importance du « risque-effet » (ici le risque d'érosion) ;

— des éléments liés à la prise de décisions, bonnes ou mauvaises de l'agriculteur en ce qui concerne le choix des cultures, des variétés, des rotations, des assolements, de la date de semis, des techniques culturales à mettre en œuvre,... Ici le risque est de se tromper... et il est difficile d'en faire une évaluation précise. Le lecteur trouvera dans l'article de J. BROSSIER, déjà cité, un développement sur la théorie et les outils de la prise de décisions en agriculture.

On perçoit la part importante de la subjectivité dans la perception et l'évaluation de nombreux risques agricoles. On sait se prémunir contre certains risques : le risque de sécheresse n'existe plus si l'on dispose de ressources en eau suffisantes et d'un réseau d'irrigation performant ; le risque d'inondation peut être supprimé ou considérablement réduit par la construction de barrages et de digues de taille suffisante. Il est intéressant de noter avec J. M. LAMACHÈRE : « Risque d'inondation dans la plaine agricole de Niéna-Dionkele (Burkina Faso) » que l'on assiste dans ce cas à un déplacement du risque agricole : on supprime la cause du risque (les crues responsables des inondations) pour créer un risque secondaire, celui de se tromper sur l'efficacité de la réponse technique apportée (estimation des crues, hauteur des digues à ériger, surface effectivement protégée...) ou sur la rentabilité économique de la solution retenue : coût du dispositif de lutte contre le risque trop élevé par rapport au gain monétaire qu'il engendre par amélioration de la production agricole. Pour de plus amples considérations sur ce thème très important on se reportera au chapitre 3 de cet ouvrage : « Risques et changements techniques ».

On comprend alors que dans certains cas les agriculteurs préfèrent subir le risque plutôt que de mettre en œuvre les moyens de s'en prémunir et ceci d'autant plus volontiers que la fréquence d'apparition du risque considéré est faible. L'assurance agricole ou l'assistance de l'état peuvent encourager les agriculteurs dans cette attitude d'acceptation et de non-préparation au risque. Le cas cité par J. F. DUPON en ce qui concerne « Le risque cyclonique dans les Territoires français du Pacifique » au chapitre de son article intitulé : « La réponse au risque : de la familiarité à l'indifférence », illustre bien ce propos.

On est ainsi amené à une définition assez englobante du risque en agriculture : risque lié à des événements d'ordre climatique, physique, humain, économique,... d'occurrence irrégulière (ce qui ne veut pas dire aléatoire), relativement temporaire et que l'on subit soit parce que l'on ne peut pas faire autrement soit parce que l'on ne veut pas faire autrement.

Les réactions des agriculteurs face aux risques dépendent bien sûr de la perception qu'ils en ont. De ce point de vue il peut être utile — en s'appuyant sur les exemples présentés dans ce chapitre — de distinguer divers types de risques agricoles à partir de quelques caractéristiques simples :

— L'origine du risque : spontané (naturel) ou induit par l'homme ;

- sa fréquence d'apparition ;
- son intensité qui se traduit par l'ampleur des dégâts qu'il provoque ;
- le type de prévention possible : il y a des risques que l'on peut supprimer ou atténuer, d'autres que l'on peut éviter (ou contourner), d'autres enfin auxquels on ne peut que s'adapter (ou se préparer) ;
- le niveau auquel une action peut être organisée : on distingue ici les risques qui appellent une réponse à l'échelle de l'unité de production de ceux qui nécessitent la mise en place d'un système de lutte collectif.

Les articles de D. Y. ALEXANDRE : « L'arbre et le maintien des potentialités agricoles en zone intertropicale humide » et de M. A. SICOT : « Contraintes et risques hydriques encourus par l'activité agropastorale au Sahel » décrivent deux exemples intéressants de risque d'origine anthropique qui résultent d'une mauvaise gestion des écosystèmes. Dans le premier exemple le risque de perte de fertilité est engendré par une gestion de l'écosystème forestier qui ne respecte pas les stades d'adaptation de la forêt aux traumatismes provoqués par sa mise en exploitation (abattage des arbres et mise en culture). Dans le deuxième exemple le risque de dégradation du système agro-pastoral sahélien résulte en particulier d'une charge en bétail excessive : les mécanismes d'adaptation de la végétation au caractère très irrégulier et souvent intense de la sécheresse (déficit hydrique du sol) ne peuvent plus assurer le maintien du fragile équilibre écologique existant entre les ressources en fourrage et l'importance du cheptel qui s'en nourrit.

Les autres exemples de risque présentés dans ce chapitre ont une origine plus « naturelle », plus spontanée, ce qui ne veut pas dire que l'ampleur des dégâts qu'ils occasionnent ne dépend pas des interventions humaines. L'article de D. HERVÉ, déjà cité, en donne une bonne illustration. Il traite d'un risque de dégradation du sol par érosion liée à des facteurs du milieu physique : abondance des pluies et nature crayeuse des sols du Pays de Caux. Mais l'importance des dégâts causés par l'érosion dépend énormément de l'aménagement des parcelles et de la conduite des systèmes de culture. Il s'agit donc bien d'un risque d'origine naturelle mais dont les effets néfastes peuvent être accentués ou considérablement réduits en fonction de la nature des interventions humaines opérées. Le lecteur trouvera au chapitre 2 : « Risque et pratiques agricoles » une analyse détaillée de ce thème.

Notons au passage que ce risque d'érosion est fréquent (il peut se manifester plusieurs fois par an) et qu'il présente un effet progressif engendrant des dégâts instantanément faibles mais considérables à long terme. Ces caractéristiques l'opposent au risque de cyclone de fréquence faible mais aux effets dévastateurs extrêmement rapides. Ce dernier exemple correspond à un risque, qu'en l'état actuel des connaissances, on ne peut ni supprimer, ni atténuer, ni éviter. On ne peut que s'y adapter par le choix des cultures, le choix d'emplacements relativement protégés pour établir les parcelles, la constitution de réserves alimentaires,... (voir l'article de J. F. DUPON,

déjà cité). Il est intéressant de mettre en parallèle le risque de cyclone et le « risque acridien », décrit dans ce chapitre par Y. GILLON. Par l'ampleur des dégâts causés : 167 000 tonnes de céréales consommées chaque jour par les criquets pèlerins en 1958, en Éthiopie, les dommages créés par les acridiens méritent comme ceux créés par les cyclones d'être désignés comme de grandes calamités. Pourtant la lecture de l'article de Y. GILLON nous apprend — qu'au moins dans le cas des sauteriaux — il serait possible d'éliminer ou de réduire très considérablement le risque de pullulation en surveillant l'éclosion des œufs, en début de saison des pluies et en traitant les jeunes larves aux pesticides. Voici donc un risque contre lequel on peut lutter mais qui demande pour ce faire la mise en place d'un système d'observation complet, géographiquement étendu et donc de disposer de moyens importants. C'est typiquement un risque dont la prévention doit être organisée collectivement.

En ce qui concerne le risque entomologique et le risque ornithologique on se rapportera aux articles de P. COCHEREAU : « L'insecte et le risque agricole » et de B. TRECA : « Risque de dégâts d'oiseaux ». Ils ont en commun avec le risque acridien la mobilité de l'agent qui cause les dégâts, mais ils sont en général plus fréquents et moins graves (on a été amené à considérer le risque acridien comme un cas particulier parmi les risques causés par les insectes). On peut tenter d'éliminer les tisserins mange-mil et les canards lorsqu'ils sont regroupés (dortoirs, « remises ») mais la lutte contre les oiseaux et les insectes s'organise plus généralement à l'échelle de la parcelle : traitements chimiques, pratiques culturales judicieuses, localisation de la parcelle... Dans tous les cas une bonne connaissance de la biologie du prédateur conditionne l'efficacité de la lutte. Comme dans le cas des risques climatiques, les risques causés par les insectes et les oiseaux se traduisent par des événements répétitifs et sont donc susceptibles d'une évaluation de type fréquentiel.

La lecture des articles qui suivent permet une exploration du domaine des risques agricoles. Exploration non exhaustive mais suffisante pour percevoir immédiatement la grande diversité de ces risques dans leur nature, dans leur manifestation et dans la façon de s'en prémunir.

Michel ELDIN  
Agroclimatologue ORSTOM,  
Centre ORSTOM  
BP 5045  
34032 Montpellier Cedex





# Risque et incertitude dans la gestion de l'exploitation agricole

## Quelques principes méthodologiques

Jacques BROSSIER \*

« Le risque est comme l'amour. Nous savons bien ce que c'est, mais nous ne pouvons pas le définir avec précision ».

J. STIGLITZ

L'économie étudie les décisions. En fait, les décisions dont il s'agit sont économiques dans la mesure où elles concernent la production et l'échange de biens et services. Pour étudier la décision, une théorie semble s'imposer : la théorie de la firme ou théorie statique de la production, élaborée essentiellement dans un but macroéconomique pour expliquer le fonctionnement du marché et la loi de l'offre et de la demande (théorie des prix) (F. MACHLUP). L'incalculable intérêt de cette théorie est de s'appuyer sur le concept *de coût d'opportunité qui est à la base de toute décision* : qu'est-ce que je perds et qu'est-ce que je gagne en prenant cette décision ? (BROSSIER J., MARSHALL E.).

Il reste que la situation réelle n'est jamais celle des hypothèses de la théorie statique en particulier celles concernant la connaissance pure et parfaite. Si la physique, longtemps le domaine du déterminisme, a dû reconnaître le caractère fondamental de l'incertitude, que dire de l'univers économique où, « à l'aléa des pluies, des températures et des récoltes s'ajoutent les accidents politiques et sociaux, les caprices du goût, l'instabilité de l'esprit humain » (P. MASSÉ). Qu'en est-il alors ? De nombreux économistes se sont penchés sur ce problème. F. KNIGHT est un des premiers à raisonner dans les cas d'incertitude et d'absence d'information complète. Dans son livre « Risk, uncertainty and profit », paru en 1921, KNIGHT pense que le profit est lié à l'incertitude et qu'il y trouve sa justification puisqu'il constitue une « récompense » pour celui qui assume des risques. SCHUMPETER, le grand économiste autrichien, en a fait à la même époque la base de sa théorie sur le profit.

Nous présenterons tout d'abord quelques exemples de décisions en situation de risque, exemples pris en France et en Afrique. Puis après avoir défini les concepts de risque et d'incertitude et leur intérêt pour comprendre comment s'opère la décision, nous présentons les différents critères de décision

---

\* Économiste INRA-SAD, ENSSAA, 26, boulevard du Docteur Petitjean, 21100 Dijon.

que l'on peut proposer en situation de risque et d'incertitude et leur pertinence pour comprendre le comportement des agriculteurs.

On le sait les résultats sont rarement conformes à ce qui était prévu, parce que de nombreux aléas non ou mal anticipés sont intervenus. Ces aléas ou risques n'empêchent pas que des décisions soient prises. Par ailleurs, pour réduire ces risques on a cherché à mettre au point des outils qui affectent des probabilités à l'apparition des aléas. En effet, la plupart des méthodes de gestion s'appuient sur des informations quantitatives, l'intérêt des probabilités étant alors de pouvoir continuer à raisonner sur des chiffres. Nous présentons brièvement ces méthodes et surtout les principes de base car ils montrent bien la façon dont on analyse le problème du risque. Nous montrerons aussi les limites de cette approche et présenterons les recherches actuelles, sur les pratiques de gestion des agriculteurs, qui s'attachent à comprendre la cohérence de ce que font les agriculteurs. À cet égard, le développement des systèmes experts et des Systèmes Interactifs d'Aide à la Décision (S.I.A.D.) peut être un puissant secours.

Mais tout d'abord, pour illustrer notre propos nous présenterons deux exemples concrets.

## 1. EXEMPLES CONCRETS MONTRANT LE RÔLE DU RISQUE ET DE L'INCERTITUDE

Dans deux études sur le comportement économique des agriculteurs du Bassin Parisien (France) et de la zone du Kaarta au Mali, les organismes de développement et nous-mêmes étions surpris de voir que les agriculteurs ne semblaient pas prendre les décisions qui *a priori* donnaient les meilleurs résultats, c'est-à-dire n'adoptaient pas les productions et les techniques apparemment les plus rentables.

### 1.1. Le cas du Bassin Parisien (BROSSIER *et al.*, 1974). Risque financier contre risque d'entreprise

Nous cherchions à étudier à quelles conditions les céréaliers produiraient de la viande. Nos premières analyses sur modèle en 1967 montraient que les agriculteurs devraient avoir intérêt à produire du taurillon. Or, après enquête, cinq ans après, le développement de cette production ne s'était pas amorcé, au contraire, les systèmes de production s'étaient simplifiés.

Les résultats de nos recherches permettent de proposer une explication, ou au moins une interprétation partielle de ces phénomènes.

Tout d'abord, la simplification des systèmes de production, qui correspond à un accroissement des surfaces en blé, betteraves et maïs, au dépens des pommes de terre, du colza, de l'orge et des cultures fourragères s'explique essentiellement en termes de rentabilité. Le renchérissement de la main-d'œuvre, la progression des rendements moyens en maïs, l'extension des contingents de betteraves, la réduction des rendements en colza, la stagnation de ceux de l'orge, ont une influence directe sur la rentabilité relative des diverses productions qui va dans le sens de l'évolution observée. À ces facteurs, il faut probablement ajouter, dans le cas des pommes de terre en particulier, l'influence combinée de la réduction des disponibilités en main-d'œuvre occasionnelle et les réticences à investir dans une mécanisation complète de la récolte d'une culture dont les prix varient beaucoup d'une année à l'autre.

Une telle analyse n'explique pas cependant que la production intensive de viande bovine ne se soit pas développée en remplacement des productions animales traditionnelles en forte régression. L'engraissement de taurillons paraît rentable en effet dans la plupart des conditions de calcul faits sur des modèles de simulation (Programmation linéaire).

L'analyse statique classique ne suffisant pas, nous avons proposé des hypothèses complémentaires tenant compte du risque dans les décisions des agriculteurs. L'engraissement de taurillons est une activité spéculative soumise aux aléas du marché de la viande finie et des animaux maigres à engraisser. Les variations de prix sur ces marchés sont liées entre elles mais, tout engraisseur peut être amené à acheter cher et à vendre mal. Or cette activité d'engraissement requiert de mobiliser des ressources financières importantes. Si sur une moyennes d'années l'engraissement de bovins peut être rentable, le supplément de revenu qu'il procure n'a pas été suffisant pour inciter les agriculteurs à se lancer dans cette production risquée. Ils ont préféré concentrer leur attention sur l'amélioration de leur technicité dans la culture du blé, des betteraves et surtout du maïs. Finalement, ils ont pu ainsi améliorer leur revenu d'un montant au moins égal à celui qu'aurait pu fournir la mise en place d'un atelier d'engraissement.

Par ailleurs nous avons constaté une augmentation de superficies cultivées par exploitation et des surfaces en propriété. Nous complétons nos hypothèses ainsi : l'achat de terres, pour agrandir leur exploitation ou pour en devenir propriétaire, avait sans doute incité les agriculteurs de la Brie à ne pas faire d'animaux et à simplifier leur système de production. Les agriculteurs se sentaient peut être obligés d'acheter des terres pour assurer leur avenir, ou celui de leurs enfants. Ce désir d'assurer la survie de l'exploitation et de la famille — le problème de la succession n'en étant qu'une variante — est d'ailleurs souvent considéré comme l'objectif essentiel des agriculteurs. Cette décision extérieure à l'entreprise en quelque sorte, a sans doute des conséquences importantes sur les décisions de production et de financement. En effet, elle peut expliquer, l'important endettement des agriculteurs. Le financement de ces achats fonciers, fait par emprunt, augmente le risque financier, ce qui peut contraindre les agriculteurs à diminuer le risque d'entreprise, c'est-à-dire celui lié à la production et à la vente des produits. Le schéma serait donc le suivant :

Survie de l'exploitant ou sécurité ———> achats de terre ———> emprunts ———> augmentation du risque financier ———> diminution du risque d'entreprise ———> changement dans la production : choix de cultures hautement et sûrement rentables, disparition complète des animaux, non introduction des taurillons<sup>1</sup>.

Pour illustrer cette notion de risque financier, on peut raisonner sur un exemple. Soient deux exploitations agricoles ne différant que par les taux d'endettement.

Pour les deux entreprises ayant 80 ha : le revenu avant paiement des intérêts, des impôts et des fermages égale 90 000 F.

Entreprise A : fermage : 24 000 F (pas d'emprunt).

Entreprise B : rachat des 80 ha avec 800 000 F d'emprunt à 6 % d'intérêt annuel sur 20 ans ; annuité : 70 000 F (30 000 F d'intérêt moyen).

Pour l'entreprise A, le revenu agricole est donc de 66 000 F.

Pour l'entreprise B, le revenu agricole est de 60 000 F, mais il n'a guère de signification puisque la terre n'est pas « amortissable », l'agriculteur doit en

fait payer chaque année 70 000 F ; il lui reste 20 000 F. Si les revenus des deux exploitations devaient diminuer de 30 % (risque d'entreprise) tombant à 63 000 F. L'entreprise B serait incapable d'assurer les remboursements<sup>2</sup>.

Comme on le verra par la suite, la notion de perte admissible globale ou de niveau de ressources entraînant la faillite permet d'apprécier le comportement de ces agriculteurs. Il s'avère aussi important de bien choisir le critère sur lequel le risque est calculé, ici c'est évidemment la trésorerie et non le revenu.

### 1.2. Les agriculteurs du Kaarta : engrais et aléas climatiques (BROSSIER, 1981 ; DIANI, 1984)

L'opération de Développement Intégré du Kaarta (ODIK, Mali) a été lancée en 1978 pour améliorer les conditions des populations agricoles de la région, elle reposait en particulier sur des actions pour augmenter la production agricole : modifications des pratiques culturales comme les méthodes de semis (date et semis en ligne), la fertilisation, les produits phytosanitaires. Ces méthodes avaient été testées en milieu contrôlé et en moyenne (cf. ci-après le critère de l'espérance mathématique) permettaient une augmentation sensible des rendements.

Une étude d'évaluation réalisée par l'IER quatre ans après confirmait et quantifiait ce que les encadreurs avaient constaté : les techniques étaient peu acceptées par les paysans, en particulier la fertilisation et les pratiques « améliorées » de semis, et les rendements n'avaient connu aucune amélioration. Par contre, en dépit des efforts de l'ODIK pour limiter l'extension des surfaces, une des causes de la désertification, on constatait une augmentation du parc de charrues qui, bien que non fournies par l'ODIK, étaient achetées à partir de ressources extra-agricoles, facilitant le travail et permettant une augmentation de la production agricole.

L'analyse que nous avons menée a montré que c'était la perception d'un risque qui pouvait expliquer le comportement de la majorité des paysans.

La couverture des besoins alimentaires familiaux est l'objectif de base de tout agriculteur de la zone sahélienne du Kaarta : il s'agit de produire suffisamment de céréales pour au moins couvrir les besoins de la famille. Les décisions prises pour ce faire dépendent des conditions climatiques, des disponibilités en terre, de la force de travail et du matériel.

Le paysan en cherchant donc à couvrir les besoins de sa famille s'intéresse à la quantité de céréales par personne. Cette quantité dépend de la production de céréales (Pr) et de la population totale (PT). La production de céréales est fonction des superficies cultivées (S) et des rendements (R). Nous avons donc la relation suivante exprimant l'objectif :

$$\frac{Pr}{PT} = \frac{S \times R}{PT}$$

Le nombre d'actifs (PA) étant un élément essentiel de la possibilité de cultiver on peut enrichir l'opération précédente :

$$\frac{Pr}{PT} = R \times \frac{S}{PA} \times \frac{PA}{PT} = R \times \frac{S}{PA} \bigg/ \frac{PT}{PA}$$

Pour augmenter la production de céréales par personne, l'agriculteur peut jouer a priori sur trois facteurs : le rendement, le nombre de personnes à nourrir par actif et la surface cultivée par actif.

La maîtrise du nombre de personnes à nourrir (PT/PA) est évidemment très difficile pour l'agriculteur, ce rapport ayant tendance à augmenter avec les naissances et l'exode rural.

Les rendements sont considérés comme totalement incertains par les agriculteurs. Les variations climatiques sont trop importantes pour que les techniques proposées par les services de Vulgarisation pour augmenter les rendements, soient fiables. Si la sécheresse est importante une année, la fertilisation, au mieux, ne servira à rien, au pire, si elle est mal appliquée, elle détruira la faible production. D'ailleurs le concept de rendement par unité de surface n'a pas de sens pour les paysans, le mot n'existe pas dans la langue locale. La superficie reste la seule variable sur laquelle ils peuvent jouer le plus librement.

Il s'avère que la plupart des paysans ne sont pas sensibles aux thèmes techniques, ils préfèrent « assurer la production » en semant le maximum de surface (grâce à la charrue<sup>3</sup> et à l'étalement des semis), quitte à ne pouvoir entretenir toute la surface et à favoriser, par le recours à « l'extensif », l'appauvrissement des sols et la désertification.

Des expérimentations en vraie grandeur sont en cours pour montrer les possibilités d'améliorer de façon significative, mais sans les bouleverser les systèmes actuels (méthode de date de semis, nombre de sarclages, variétés...) afin que le recours « à l'extensif », puisse s'atténuer.

Cet exemple montre qu'une augmentation en moyenne des rendements, que permettent, par exemple, les engrais, ne suffit pas pour qu'une technique soit diffusée, il faut aussi que la variabilité ne soit pas trop grande, et qu'il n'y ait pas de risque de rendement très faible, inacceptable pour des paysans qui sont à peine autosuffisant en céréales.

Ces deux exemples dans les situations très différentes illustrent bien le rôle du risque et de l'incertitude et révèlent certains critères que les agriculteurs utilisent pour en tenir compte. Nous définirons tout d'abord les concepts pour comprendre comment s'opère la décision en situation de risque, puis nous présenterons différents critères que l'on peut proposer et leur pertinence pour comprendre le comportement des agriculteurs. Ces critères sont surtout utilisés dans des modèles simulant le comportement des agriculteurs. S'ils sont rarement utilisés directement par les agriculteurs, ils peuvent être utiles pour analyser les décisions sur le plan théorique.

## 2. GESTION, RISQUE ET INCERTITUDE<sup>4</sup>

F. KNIGHT (1921) envisage deux situations qu'il distingue nettement :

- le cas de l'avenir risqué ou aléatoire. Il y a *risque objectif* si le décideur peut calculer objectivement la probabilité de réalisation de tel événement associé à telle décision. Le *risque est subjectif* si le décideur n'a pas de base objective (statistique par exemple) pour calculer les probabilités ;
- si le décideur est incapable de calculer (objectivement ou subjectivement) les probabilités associées, alors il se trouve en situation d'*incertitude*, qui seulement d'après KNIGHT et SCHUMPETER, est cause de profit, puisqu'aucune prévision mathématique n'est possible, le décideur restant « seul ».

Mais avant d'aller plus loin, il nous faut préciser les termes de probabilités subjective et objective. S'il y a accord général sur les propriétés mathématiques des probabilités, il n'en est pas de même de la définition des probabilités.

### 2.1. Les probabilités objectives<sup>5</sup>

Il est difficile de donner une définition qui mette tout le monde d'accord. Nous prendrons celle de SAVAGE (1954) : « *Les tenants de l'approche objective des probabilités pensent que quelques éléments répétitifs, tel que le lancement d'une pièce de monnaie, se rapprochent raisonnablement du concept mathématique d'événements aléatoires répétés et indépendants et ont donc tous les mêmes probabilités. Suivant cette analyse, pour qu'il y ait accord entre le comportement d'un événement répétitif et le concept mathématique, et pour qu'il soit possible de calculer les probabilités, les événements doivent se répéter devant l'observateur.* ».

Les traits essentiels de la probabilité objective sont contenus dans cette définition :

a) la probabilité objective s'appuie sur la *répétition des événements*. Il y a donc une grande confiance en la capacité de systèmes empiriques de converger vers une vraie probabilité. En d'autres mots, les « objectivistes » concluent que la probabilité est une propriété objective de ces systèmes physiques qui sont capables de répétition. Les implications pour l'analyse de la décision sont claires : un événement seul ne peut être défini de façon probabilistique.

b) Une autre caractéristique concerne le rôle du décideur. Tout homme raisonnable devrait être d'accord avec la probabilité inhérente à un système physique donné : il n'y a pas de place pour les différences personnelles dans ce cadre objectiviste.

On peut se demander si le concept des probabilités objectives n'est pas en fait subjectif puisqu'il n'est pas sûr qu'elles existent réellement<sup>6</sup>.

Quelques auteurs comme CARNAP et KEYNES ont proposé le concept de probabilité logique (ou nécessaire ou crédible). La probabilité logique est définie comme la relation logique entre une proposition et un corps d'hypothèses. Elle est indépendante des préférences personnelles et il peut seulement y avoir une probabilité vraie logiquement pour une proposition particulière sur la base d'une évidence spécifiée. Par exemple la probabilité logique de tirer une balle rouge d'une urne où il y a 5 balles noires et 2 rouges, sera donc de 2/7. De même, la probabilité qu'il pleuve demain serait de 1/5 si c'est la relation logique entre la prédiction de pluie (proposition) et le rapport météorologique (évidence). Dans les deux cas, l'assurance de probabilité logique impliquent la connaissance de toutes les lois physiques utiles, de toutes les circonstances et de toutes leurs interactions.

De toutes façons, il y a peu de situations de l'activité économique répondant aux conditions spécifiées ci-dessus. Un exemple classique d'activité réunissant ces conditions est celui des assurances : grand nombre de polices, probabilités de sinistres connues par les statistiques, risques exceptionnels couverts par la ré-assurance. Mis à part les jeux du hasard, assez peu utiles pour l'entrepreneur, on peut citer l'exemple du calcul des jours disponibles pour certains travaux agricoles à partir des relevés météorologiques sur plusieurs années (cf. Cl. REBOUL, 1964).

### 2.2. Les probabilités subjectives<sup>7</sup>

Ce concept est assez récent. En dépit de quelques indications de probabilités non objectives que l'on peut trouver chez LAPLACE et BAYES par exemple, RAMSEY, DE FINETTI et SAVAGE sont considérés comme ayant conçu et formalisé les probabilités subjectives.

Dans cette acception la probabilité s'interprète comme une mesure du degré de confiance qu'un individu a dans la vérité d'une proposition particulière. À partir des intuitions personnelles, il est donc possible d'obtenir des probabilités d'événements qui ne se reproduisent pas ou peu<sup>8</sup>. En partant de la proposition qu'il y a un classement parmi les actions, SAVAGE démontre le théorème suivant lequel ce classement appliqué à des événements est une probabilité qualitative. De plus, SAVAGE démontre que cette probabilité qualitative a un équivalent numérique qui a les propriétés mathématiques ordinairement appliquées aux probabilités. La définition de la probabilité subjective accepte les différences personnelles entre les individus. La théorie ne demande pas que tous les hommes raisonnables soient d'accord. Le concept de probabilité subjective semble donc être plus approprié pour l'analyse des décisions : d'une part, on peut introduire les jugements, les appréciations et même les intentions du décideur, d'autre part, il est possible d'obtenir une probabilité d'événements qui ne se répètent pas. D'après DE FINETTI, la probabilité dans la conception subjective est un affinement de la notion de vraisemblance innée de chacun de nous.

Il est probable que la conduite des agents économiques doit dépendre dans une certaine mesure du degré de confiance qu'ils accordent à leurs estimations de probabilité, c'est-à-dire de leurs informations et de leur capacité à les interpréter.

Une des difficultés majeures des probabilités subjectives est dans l'obtention des valeurs numériques. Comme il y a des différences importantes entre ce que dit un individu et ce qu'il fait réellement, les probabilités subjectives doivent être obtenues par l'interrogation sur la comportement : on présente à une personne une série de possibilités parmi lesquelles elle doit choisir. La méthode du jeu de SAVAGE ou la méthode de la loterie type de SCHLAIFER sont parmi les plus intéressantes.

#### LA MÉTHODE DE SAVAGE

Supposons que les deux conséquences d'un programme de publicité puissent être décrites par deux termes : efficace ou non efficace. Pour obtenir les probabilités subjectives du décideur pour ces deux résultants, on procède comme suit : si le programme est efficace, le décideur recevra 100 F, sinon 0. Au même moment, on lui présente un jeu hypothétique : « *il y a dans une boîte 4 balles rouges et 6 balles noires. Si la balle tirée est rouge, vous recevrez 0 F, si elle est noire vous recevrez 100 F. Que choisissez-vous ? Le programme ou le jeu hypothétique ?* » S'il choisit le jeu, on change la proportion de balles : soit 3 rouges et 7 noires. Si le décideur exprime qu'il est indifférent entre le jeu et le programme de publicité, on obtient des probabilités subjectives :

	Probabilités
Le programme est efficace	0,7
Le programme est inefficace	0,3

Cette technique résumée ci-dessus, nous amène à nous poser quelques questions sur les qualités de probabilités subjectives. Un individu peut être plus confiant dans une estimation d'une probabilité subjective que dans une autre. Il est donc suggéré d'utiliser les probabilités du 2<sup>e</sup> ordre. En d'autres mots, on peut estimer que les individus ne peuvent éliminer leurs sentiments quand ils sont interrogés sur leur choix.

La suggestion de FELLNER est significative : il pense que les individus adoptent les probabilités suivant l'ultime objectif. Ainsi, une personne donnera



une probabilité différente d'un événement suivant que l'utilisateur sera son supérieur immédiat ou son supérieur ultime. Mais, une telle supposition, quelque que soit son intérêt, enlèverait pratiquement tout intérêt aux probabilités subjectives. À partir d'un tel relativisme, il n'est pas possible d'aller plus loin dans la généralisation : nous supposons donc que les probabilités subjectives existent et qu'elles peuvent être différentes suivant les individus.

Mais un des intérêts majeurs des probabilités subjectives est qu'elles permettent d'utiliser la procédure Bayésienne sur la valeur d'une information supplémentaire. En effet, les probabilités subjectives de la réalisation de tel ou tel événement peuvent être « améliorées » par de nouvelles informations. Les premières probabilités sont qualifiées d'a priori, les secondes d'a posteriori. Mais le processus peut être séquentiel, les probabilités a posteriori devenant les probabilités a priori de la phase suivante. Par ailleurs, le théorème de BAYES permet de calculer s'il est intéressant d'acquérir et à quel prix, telle nouvelle information qui permettra le calcul de nouvelles probabilités que l'on pense plus précises<sup>9</sup>. On voit donc l'importance de ce théorème pour l'analyse des décisions : en effet, il semble qu'il corresponde assez bien au processus de décision. Des études psychologiques ont montré que beaucoup de gens utilisaient intuitivement une information supplémentaire pour réviser leurs probabilités initiales<sup>10</sup>. Cette attitude s'est retrouvée parmi les élèves australiens (DILLON, 1971).

Si les seules probabilités utilisées dans la prise de décision ressortent de la conception subjective, la séparation faite par KNIGHT entre risque et incertitude n'est donc pas très pertinente. Cette distinction est devenue encore plus confuse parce que certains auteurs réservent le terme de risque à des situations pour lesquelles le calcul des probabilités est utilisé alors que d'autres (FARRAR, 1962) pensent que l'utilisation même des probabilités subjectives montre bien que l'on est en situation d'incertitude. Les situations où il est possible d'utiliser la loi des grands nombres étant rares et peu ambiguës, nous nous intéressons ici qu'aux autres situations incertaines. Pour l'analyse de ces situations, il y a deux types de critères qui diffèrent par l'utilisation ou non du calcul des probabilités sans que l'on puisse vraiment lier cette distinction au degré d'incertitude ou d'ignorance. En effet, on verra que certains critères de la théorie des jeux s'appuient sur les probabilités subjectives.

### 3. LES CRITÈRES DE CHOIX

#### 3.1. Les critères s'appuyant sur les probabilités

##### 3.1.1. LES CRITÈRES DE L'ESPÉRANCE MATHÉMATIQUE

L'idée la plus simple est évidemment de résumer une perspective risquée par un nombre unique qui est l'espérance mathématique du revenu. Soit un projet A, supposons que les n gains possibles de ce projet soient exprimés par une variable aléatoire prenant les valeurs discrètes  $S_{1A}, \dots, S_{nA}$

$$\begin{aligned} &\text{avec les probabilités } P_{1A}, \dots, P_{nA} \\ &\text{telles que } \sum_{i=1}^n P_{iA} = 1 \end{aligned}$$

Alors l'espérance mathématique du projet A est :

$$E_A = \sum_{i=1}^n P_{iA} S_{iA}$$

S'il y a plusieurs projets B, C, D... donnant des espérances  $E_B, E_C, E_D$  on choisit la décision D correspondant à l'espérance mathématique la plus élevée. La justification de ce critère se trouve dans le calcul des probabilités : si l'on choisit la décision D un grand nombre de fois -n-, le revenu aléatoire total  $S_{D1} + \dots S_{Dn}$  est de l'ordre de grandeur de  $n.E_D$ .

De façon plus précise, en prenant pour valeur du revenu total n fois l'espérance mathématique, on commet une erreur, qui, sauf dans des cas très peu probables, varie comme  $\sqrt{n}$ . Il revient au même de dire que le gain moyen

$$\frac{S_{D1} + \dots S_{Dn}}{n}$$

est de l'ordre de grandeur de l'espérance mathématique  $E_D$  avec une erreur qui varie comme  $\frac{1}{\sqrt{n}}$  (P. LEVY).

Il existe un grand nombre d'énoncés plus précis de ce théorème connu sous le nom de loi des grands nombres. Nous nous bornerons à celui-ci qui justifie à première vue le critère de l'espérance mathématique.

Les critiques avancées portent sur deux points principaux :

En restant sur le plan probabiliste, les conditions d'application de ce critère dépendent de celles de la loi des grands nombres. Nous avons déjà fait remarquer que la répétition d'un événement, toute chose égale d'ailleurs, est rare sinon absente. On ne peut guère trouver que les exemples traditionnels d'assurance et de jeux. Rigoureusement, ce critère est inapplicable dans d'autres situations. En fait, ce type de critère est quelquefois utilisé inconsciemment dans la modélisation, puisque la valeur moyenne, souvent aussi la plus probable, des coefficients techniques est retenue.

Une autre critique tient au caractère subjectif de la décision. Même dans le cas d'une répétition d'événements, on peut refuser l'emploi de ce critère, lorsque le revenu en jeu est beaucoup trop grand. Il serait raisonnable, par exemple, de souscrire au contrat d'assurance concernant un risque de coût élevé et de probabilité faible, bien que l'espérance mathématique de revenu soit négative. Cet exemple, ci-dessus, nous conduit à un autre argument militant contre l'emploi exclusif de l'espérance mathématique : même si le gain total d'un grand nombre d'opérations est presque certainement positif, une accumulation de cas défavorables peut fort bien entraîner la ruine du joueur et donc l'arrêt du jeu. Au modèle de la loi des grands nombres, nous devons substituer la ruine des joueurs que nous présenterons par la suite.

Mais la critique la plus fondamentale a été avancée par D. BERNOULLI. Pour cet auteur, d'une part, la symétrie des gains et des pertes monétaires ne signifie nullement la symétrie des utilités et désutilités économiques : « une bourse pleine n'est pas aussi bonne qu'une bourse vide n'est mauvaise ». D'autre part, les valeurs extrêmes ne doivent pas être traitées de la même façon que les valeurs médianes.

L'exemple classique est la discussion sur le jeu de Saint-Pétersbourg. Soit un jeu de pile ou face. Le jeu s'arrête lorsque la pièce tombe, la première fois, sur face. On paie au joueur  $2^{n-1}$  francs si face tombe au nième jet. On demande combien un individu accepterait de payer pour participer à un tel jeu.

Or, l'espérance mathématique du jeu est infiniment grande :

$$E = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2} \cdot 2^{n-1} = \frac{1}{2} \sum_{n=1}^{\infty} 1^{n-1} = \infty$$

En fait, toute personne raisonnable préférerait céder sa place au jeu pour une assez grande somme d'argent.

Plusieurs explications ont été avancées :

Une série infinie avant l'apparition de face « casserait la banque ». Si les ressources de la banque sont de 1 million, au 20<sup>e</sup> jet, « elle est cassée » (2<sup>20</sup>), alors que l'espérance de gain n'est seulement :

$$E = \frac{1}{2} \times 19 = 9,50$$

D'ALEMBERT pense que les trop longues séries ne sont pas seulement improbables mais impossibles. De toutes façons, les individus considèrent les très petites probabilités équivalentes à 0. La valeur de jeu serait finie.

BERNOULLI (1738) a proposé un substitut à l'espérance mathématique de gain. Ce substitut, appelé espérance d'utilité, s'appuie sur la proposition que « toute augmentation de richesse, quelle qu'elle soit, donnera une augmentation d'utilité qui est inversement proportionnelle à la quantité de biens déjà possédés »<sup>11</sup>. BERNOULLI présente aussi la solution de CRAMER : la valeur « morale » des biens est directement proportionnelle à la racine carrée de leurs quantités mathématiques. Dans les deux cas, la valeur du jeu de Saint-Petersbourg est réduite à une somme d'argent assez petite. Mais, ni BERNOULLI, ni CRAMER ne proposent réellement de mesures d'utilité. Si l'identification et la mesure des fonctions d'utilité alimentent les débats des économistes depuis la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, comme on le verra ci-après le concept demeure central pour l'analyse économique.

Le critère de l'espérance mathématique est implicitement utilisé par les organismes de recherche et de développement agricoles pour proposer des actions techniques. En effet, celles-ci sont souvent justifiées par des calculs de moyenne (équi-probabilité des événements : « en moyenne telle technique augmente les rendements de tant »). Ce raisonnement néglige totalement la variabilité des résultats obtenus. En milieu difficile cette variation peut être très importante et entraîner des résultats, certaines années, inacceptables pour les paysans. On retrouve concrètement la critique qui est faite de l'espérance mathématique.

BINSWANGER (1979) a proposé une règle empirique qui tient compte de la variabilité : si les résultats expérimentaux d'une innovation montrent que l'augmentation de l'écart-type est deux fois plus importante que l'augmentation de la moyenne, l'innovation ne se diffusera pas car on pense que le paysan la refusera. On peut discuter de la norme proposée, l'idée demeure intéressante. K. VERBEEK (communication personnelle) a obtenu, à partir d'essais chez les paysans en vraie grandeur, les résultats suivant concernant des doses d'engrais pour la culture du maïs (cf. Tableau).

	rendement économique moyen (marge brute)	écart-type
1 - Dose recommandée par les services de la Recherche	146 000 FCFA	73 000
2 - Moitié de la dose recommandée	136 000 FCFA	28 000

La formule « dose complète d'engrais » semble peu intéressante pour les paysans, car l'augmentation de l'écart-type (45 000 FCFA) est beaucoup plus importante que celle de rendement moyen (10 000 FCFA).

C'est, me semble-t-il, une des raisons essentielles de la non diffusion des techniques dites améliorées en Afrique. Mais cela ne se retrouve pas seulement en Afrique puisque c'est l'hypothèse que nous avons avancée pour expliquer la non diffusion des taurillons dans le Bassin Parisien. Dans ce cas les critères de risque de ruine ou de foyer de perte semblent plus pertinents (cf. ci-après).

### 3.1.2. L'ÉQUIVALENT CERTAIN

L'aversion pour le risque est un postulat du comportement généralement utilisé par les économistes : les agriculteurs, comme tous les investisseurs, toute réflexion faite, n'aiment pas le risque. L'aversion pour le risque peut se définir ainsi : un agent fait preuve d'aversion pour le risque dans une situation donnée, quand à valeur égale, il choisit le revenu auquel il associe le moindre risque ; le risque est défini ici comme une fonction de la distribution des probabilités subjectives, associées aux revenus futurs.

« *L'aversion pour le risque a un fondement introspectif puissant, écrivent ROBICHEK et MYERS. À peu près tous les citoyens sont titulaires d'une police d'assurance ; le fait que les Compagnies d'Assurances soient bénéficiaires montre que l'espérance du gain sur une assurance est négative. Réciproquement peu de gens joueraient les années qui leur restent à vivre au poker, même avec une très belle main* ».

On trouvera chez LUTZ et LUTZ (1951) un raisonnement et une méthode pour calculer l'équivalent certain. Ils supposent que l'entrepreneur désire un équilibre entre l'espérance de revenu net et quelques mesures de la dispersion. La méthode repose sur le calcul d'un coefficient dit d'aversion pour le risque. Ce critère paraît intermédiaire entre l'espérance mathématique et l'utilité.

### 3.1.3. LA THÉORIE ET LES FONCTIONS D'UTILITÉ

Dans notre discussion à propos du paradoxe de Saint-Pétersbourg, nous notions que BERNOULLI et CRAMER avaient résolu le problème en utilisant la notion d'utilité. La fonction proposée par BERNOULLI ( $U = \log(r/a)$ ) tient compte de la décroissance de l'utilité marginale de la monnaie. À partir de ce point de départ, les économistes ont longtemps disserté pour savoir si l'utilité pouvait se mesurer. Deux courants de pensée se sont longtemps opposés : d'une part, les tenants de l'utilité cardinale veulent mesurer l'utilité marginale en termes monétaires, d'autre part, les ordinalistes estiment que la mesure de l'utilité, forcément subjective, n'est ni possible, ni nécessaire. Ces théoriciens cherchent seulement à classer les utilités. Des débats importants ont eu lieu entre les tenants de ces deux courants. Les travaux de HICKS et ALLEN (1934) qui développèrent la théorie de l'utilité ordinale, clôturent apparemment la controverse. Malheureusement, l'utilité ordinale est peu efficace quand la décision à prendre est complexe car la solution peut dépendre de l'unité de mesure, qui normalement ne devrait pas avoir d'influence. Aussi VON NEUMANN et MORGENTHAU (1940) ont proposé un dépassement de la théorie ordinaliste avec le calcul d'un indice.

Prenons un exemple. Considérons qu'un décideur se trouve devant cette situation ; il peut recevoir 0 F avec probabilité 1/2 ou 20 F avec probabilité 1/2, cela dépend donc des résultats du jeu de pile ou face. Nous donnons une utilité de 0 au gain de 0, et une utilité de 1 au gain de 20. L'utilité du jeu est

alors de  $1/2$ . Supposons que le décideur soit indifférent entre recevoir 3 F de façon certaine et jouer. Alors l'utilité de 3 F est  $1/2$ . Nous avons donc obtenu trois niveaux d'une échelle d'utilité. De toutes façons, cette échelle n'est valable que pour un seul individu, elle n'est pas susceptible de généralisation.

L'intérêt de ce type d'utilité repose sur le principe de BERNOULLI. BERNOULLI s'appuie sur trois axiomes qu'il est important de préciser.

*Ordre préférentiel transitif*

Si  $G_1 \geq G_2$  et  $G_2 \geq G_3$  alors  $G_1 \geq G_3$ .

Cet axiome est important car s'il n'y a pas transitivité, la fonction n'est pas unique jusqu'à une transformation linéaire, et la recherche d'un maximum ne se justifie plus.

M. ALLAIS (1953) a fortement contesté cet axiome. Dans un exemple théorique, il montre qu'il peut y avoir intransitivité. En fait, il est toujours possible pour un individu de respecter cette règle en montrant où est l'intransitivité et en décomposant les choix.

*Continuité*

Si une personne préfère  $G_1$  à  $G_2$  et  $G_2$  à  $G_3$ , alors il existe une probabilité unique  $p$ , telle que la personne est indifférente entre  $G_2$  et un jeu avec la probabilité  $p$  de gagner  $G_1$  et une probabilité  $1 - p$  de gagner  $G_3$ .

*Indépendance*

Si  $G_1$  est préféré à  $G_2$ , et si  $G_3$  est une autre possibilité, alors un jeu avec  $G_1$  et  $G_3$ , comme possibilités sera préféré à un jeu avec  $G_2$  et  $G_3$ , comme possibilités si les probabilités que  $G_1$  et  $G_2$  se réalisent sont les mêmes.

Avec ces axiomes, on peut démontrer (BAUMOL, 1963) le principe de BERNOULLI, appelé aussi théorème de l'espérance d'utilité : « *Étant donné un décideur dont les préférences ne violent pas les axiomes, il existe une fonction d'utilité  $U$ , qui associe un nombre ou un index d'utilité à toute possibilité de choix ou d'action du décideur* ».

Si les décideurs étaient toujours rationnels, c'est-à-dire s'ils faisaient toujours des choix cohérents, la règle du maximum de l'utilité espérée serait valable pour décrire et prédire.

En fait, on peut présenter un grand nombre de cas où cette analyse est réfutée. De toutes façons, il reste le problème de la détermination et la construction des courbes d'utilité. On trouvera en annexe une présentation des méthodes proposées par FRIEDMAN, SAVAGE et MARKOWITZ.

Une équipe d'économistes ruraux américains (JOHNSON *et al.*, 1971), a essayé d'établir des courbes d'utilité à partir d'une enquête auprès de plus de 1 000 agriculteurs américains du Middle West.

Les auteurs ont conclu que le concept d'utilité pouvait être utilisé dans un sens positif comme un moyen pour interpréter et prédire le comportement des managers.

Concrètement, plusieurs spécifications algébriques ont été proposées pour mesurer cette fonction d'utilité. FREUND a construit des modèles de programmation qui tiennent compte de la fonction d'utilité, avec l'introduction d'un coefficient d'aversion pour le risque. Ces modèles semblent satisfaisants pour décrire les choix de production des agriculteurs. Il reste que le calcul de la fonction des coefficients est toujours assez « risquée », le plus souvent il est obtenu par le tâtonnement. DILLON (1971) a proposé un schéma de décision qui s'appuie sur la fonction d'utilité, les probabilités subjectives et le théorème

de Bayes (probabilités a posteriori). Cette approche permet de tenir compte des informations supplémentaires. Elle est théoriquement séduisante mais semble assez peu praticable.

*En conclusion* on peut dire que la théorie bernoullienne de la décision est une approche normative du choix risqué basé sur des hypothèses personnelles (probabilités subjectives) plus ou moins fortes du décideur, sur la réalisation d'événements incertains et sur l'évaluation personnelle (utilité) des conséquences possibles. L'intérêt de cette théorie est bien d'insister sur le caractère subjectif de la décision qui doit être reliée à l'aversion ou la préférence pour le risque du décideur.

### 3.1.4. INCONVÉNIENTS DES PROBABILITÉS SUBJECTIVES

Dans un article récent d'une revue pour un grand public (L. SAMUEL, 1986), l'auteur montrait que si le calcul des probabilités aide à faire des choix raisonnés, notre esprit y est allergique. Il citait cet exemple de deux décisions :

« 1 — Choisissez entre ces deux probabilités : 85 % de chance de gagner 10 000 F et 15 % de chance de ne rien gagner ou un gain sûr de gagner 2 400 F.

2 — Choisissez entre ces deux autres possibilités : une perte inévitable de 7 500 F ou 75 % de chances de perdre 10 000 F et 25 % de chances de ne rien perdre du tout.

*Face au premier choix la plupart des gens préfèrent empocher 2 400 F. Ils optent pour la sécurité. Face à la seconde décision, plus de 90 % prennent en revanche le risque de perdre 10 000 F dans l'espoir de ne rien perdre du tout ».*

On sait par ailleurs que la plupart des gens ont plus peur de prendre l'avion que leur voiture alors qu'il y a bien plus de risques sur la route. L'auteur montre que pour prendre la meilleure décision il faut « slalomer entre les différents pièges logiques ». Il cite deux auteurs KAHNEMAN et TVERSKY pour illustrer ce « biais de représentativité » : un chauffeur de taxi a renversé un passant et s'est enfui. 85 % des taxis de la ville sont verts et 15 % sont bleus. Un témoin affirme que la voiture coupable est bleue. La police vérifie que le témoin placé dans des conditions similaires à celles de l'accident identifie huit fois sur dix la couleur du taxi. On arrête un taxi bleu qui se trouvait à proximité de l'accident. Son chauffeur est-il coupable ? La plupart des gens répondent que oui puisqu'il y a 80 % de chances, pensent-ils, que le taxi coupable soit bleu. Ce qui est faux. S'il avait vu 100 accidents, il y en aurait 85 provoqués par un taxi vert et 15 par un taxi bleu. Sur les 85 verts, le témoin en verrait faussement 17 bleus (20 % des 85) et sur les 15 bleus, il en verrait correctement 12 bleus (80 % des 15). Ainsi sur les 29 cas (17 + 12) où il déclare avoir vu un taxi bleu le témoin se sera trompé 17 fois, soit 60 % d'erreur : il y a donc plus de chances que le témoin ait mal identifié un taxi vert plutôt que bien identifié un taxi bleu.

Les probabilités sont certes dangereuses, faut-il les éviter et prendre les critères qui ne s'appuient pas sur elles ?

## 3.2. Les autres critères de décision en avenir incertain

### 3.2.1. LA SURPRISE POTENTIELLE DE SHACKLE, LE FOYER DE PERTE (BOUSSARD, PETIT)

G. SHACKLE pense que la notion de probabilité n'est pas un outil conceptuel adapté aux problèmes qui se posent le plus souvent aux entreprises.

Il a développé, dans un petit ouvrage paru en 1949 des vues originales sur le traitement de l'incertitude. Henri GUITTON écrivait en 1959 : « *on ne connaît malheureusement pas assez, en France, les idées très profondes de GLS SHACKLE sur la « surprise potentielle ».* Elles renouvellent toute la théorie de l'avenir et des décisions économiques. Elles méritent une très grande attention ». Le modèle de SHACKLE est généralement considéré comme un exposé des facteurs psychologiques de la décision et donc peu applicable concrètement. En particulier cette analyse présente le grave inconvénient de ne pas indiquer le moyen de passer des anticipations concernant une décision à celle qui regarde l'ensemble des décisions. BOUSSARD & PETIT (1966) ont proposé un moyen de l'éviter : « *On suppose d'abord que des foyers de gains et des foyers de pertes sur chaque spéculation (représentée par une activité ou un groupe d'activités dans un programme linéaire) dépendent linéairement du niveau de cette activité et qu'on peut, par conséquent, définir des foyers de perte et de gain unitaires, correspondant à l'unité dans laquelle est exprimé le niveau de l'activité considérée.*

*On suppose ensuite que le foyer de gain global est la somme des foyers de gain sur chaque spéculation et on définit une « perte admissible globale » sur l'ensemble des spéculations comme la différence entre le foyer de gain global et le revenu minimum. De la même façon pour chaque spéculation, on définit une « perte possible » comme la différence entre le revenu correspondant au foyer de gain pour cette spéculation, et le revenu correspondant au foyer de perte.*

*On admet enfin que la contrainte qui impose au foyer de perte globale de ne pas entraîner un revenu inférieur au revenu minimum est satisfaite si, pour aucune spéculation, la perte possible n'excède une certaine fraction  $1/k$  de la perte admissible ».*

Les points les plus faibles de cette méthode sont évidemment l'estimation des paramètres et en particulier celle du paramètre  $k$ .

« *Nous l'avons fixé à 3, assez arbitrairement, conviennent BOUSSARD et PETIT, mais en nous fondant sur les calculs approchés, qui montrent que la probabilité d'obtenir un revenu inférieur ou égal au revenu minimum était faible pour les asselements obtenus par l'intermédiaire de la programmation ainsi conçue* ». D'après les utilisateurs, cette méthode a donné de bons résultats pour l'études des problèmes d'accès à l'irrigation. Il est certain qu'elle traduit le vieil adage : « Ne pas mettre tous les œufs dans le même panier ». Cette recherche de la diversification est une constante assez commune des différents modèles depuis celui de MARKOWITZ jusqu'à celui inspiré de SHACKLE.

BOUSSARD et PETIT ont construit un modèle de programmation linéaire avec contraintes de sécurité de ce type. Ce modèle a aussi été utilisé par BOUSSARD et ses collaborateurs pour étudier le comportement des agriculteurs de plusieurs pays africains (Sénégal, Madagascar...).

Dans les deux exemples donnés précédemment il me semble que cette idée de « perte admissible globale » traduit bien le comportement de certains agriculteurs et une forme concrète de leur aversion pour le risque. En situation difficile, les agriculteurs doivent développer des stratégies qui limitent au maximum les pertes. La perte admissible est souvent proche de zéro. Ils ne peuvent accepter les techniques qui donnent de bons résultats en moyenne, mais qui ont des variabilités telles que certaines années, le résultat est inférieur à ce qui est produit par la technique traditionnelle. La priorité est donc donnée à la sécurité alimentaire. Dès que la sécurité alimentaire n'est plus cherchée en priorité, il semble que la « perte admissible globale » devient plus importante. Ce raisonnement peut être ainsi appliquée aux agriculteurs de certaines régions

(ceux des Terres Neuves du Sénégal par exemple) qui en viennent à accepter de ne pas produire toutes les céréales nécessaires pour leur autoconsommation. Les revenus obtenus sur l'arachide doivent leur permettre d'acheter les céréales dont ils ont besoin.

### 3.2.2. AUTRES CRITÈRES

La théorie des jeux de VON NEUMANN et MORGENSTERN a eu son heure de gloire, il est vrai qu'elle est très opérationnelle. Dans la théorie des décisions, le second joueur n'est pas, à strictement parler, un adversaire. Bien souvent, le second joueur est considéré comme étant la « nature » et les problèmes de décisions correspondant sont appelés « jeux contre la nature ». Les défenseurs de la distinction entre risque et incertitude, réservent la théorie des jeux pour la prise de décisions en complète ignorance, c'est-à-dire en situation d'incertitude. Nous ne pensons pas que la complète ignorance soit plus réaliste que la connaissance parfaite.

Quoiqu'il en soit dans ce jeu contre nature, plusieurs critères sont proposés du plus optimiste au plus pessimiste en passant par les intermédiaires. Le critère du minimax ou du maximin est le critère pessimiste puisque le décideur se met dans la plus mauvaise situation. « *Mais lorsque notre adversaire est la nature qui ne peut être considérée comme un adversaire systématique et calculateur, la méthode du maximin est assez clairement une manifestation de pure lâcheté* » (BAUMOL, 1963). Le critère du maximax est « à l'opposé de la règle du maximin sur l'échelle de l'aventure ». L'emploi de ce critère suppose un tempérament résolument optimiste voire inconscient ou naïf. Entre ces deux critères extrêmes, il y a le critère d'HURWICZ, qui repose sur un coefficient d'optimisme : indice de la psychologie du joueur.

Pour être complet, il faudrait présenter les différents modèles de programmation linéaire stochastique. Mais dans l'état actuel des choses, il n'existe pas de modèle de programmation stochastique qui soit systématiquement utilisé. Les raisons en sont multiples : l'information technico-économique est bien souvent insuffisante en qualité et en quantité. Cette information n'est pas toujours présentée de façon satisfaisante ; les algorithmes de résolution sont trop coûteux s'ils ne font pas défaut. Il en est de même de l'utilisation des processus stochastiques comme les files d'attente ou les chaînes de MARKOV. Ces processus sont intéressants dans la mesure où ils peuvent s'intégrer dans des ensembles plus vastes (CORDONNIER *et al.*, 1970).

Certains auteurs utilisent le *taux de pénalisation* (risk-discounting) pour tenir compte du risque. Le taux d'intérêt est augmenté de ce taux de risque pour faire les calculs de bénéfice actualisé. Apparemment cette méthode est simple mais ce n'est pas une méthode générale pour rendre compte des cas dans lesquels une grande incertitude pèse sur les premières années, et une plus faible incertitude sur les périodes les plus éloignées : construction d'un immeuble ou, d'une étable. Les coûts de construction sont en fait moins bien connus que les recettes liées à la production laitière, le taux de pénalisation n'a alors aucun effet sur les dépenses immédiates.

## 4. LES PAYSANS ONT-ILS UNE AVERSION VIS-À-VIS DU RISQUE ?

### RECHERCHES SUR LE COMPORTEMENT DES AGRICULTEURS

De nombreux travaux de recherches sur le comportement des agriculteurs s'appuient sur l'observation directe des pratiques des agriculteurs : ce sont les



recherches sur les systèmes de production (ou farming systems) dans une perspective de développement. Dans ce cadre, une théorie générale du comportement adaptatif a été proposée par l'INRA-SAD (Groupe de recherches INRA-ENSSAA, 1977, BROSSIER, 1981, PETIT 1981), elle s'appuie sur le postulat de cohérence : « *toute action peut toujours être expliquée comme résultant d'objectifs explicites ou implicites et d'une situation telle qu'elle est perçue consciemment ou non par l'agriculteur* ». Autrement dit les agriculteurs, compte tenu de leur situation et de leurs objectifs, ont des raisons de faire ce qu'ils font. Le rôle de la recherche est de découvrir ces raisons et donc la cohérence de leur comportement.

De nombreux travaux ont été menés dans ce cadre : ils portent sur l'observation des pratiques concrètes de gestion des agriculteurs. Ainsi, dans sa thèse récente, A. HUIJSMAN (1986) a étudié le processus de décision dans un village des Philippines. Il a observé pendant plusieurs années les décisions des paysans. Ses résultats remettent en cause un certain nombre d'idées reçues. Des conclusions peuvent être tirées tant sur le comportement réel des paysans que sur les orientations de recherche.

#### 4.1. Comment les agriculteurs prennent leurs décisions ?

Les stratégies et les pratiques de beaucoup de paysans, à tort interprétées comme résultant de leur aversion vis-à-vis du risque, cherchent à atteindre un double objectif : réduction des risques et obtention des meilleurs résultats économiques. Pour atteindre ces objectifs, les agriculteurs adoptent une attitude prudente vis-à-vis de l'optimum. Ils cherchent à améliorer graduellement la productivité et à augmenter le revenu en limitant les risques d'entreprise (production) et financiers à un niveau acceptable et maîtrisable. D'après lui, les agriculteurs décomposent le risque global sur la production en risque partiel sur les facteurs de production. Ils cherchent à savoir jusqu'à quel degré tel risque sur tel facteur peut être contrôlé et jusqu'à quel degré les nouvelles technologies sont plus risquées que les technologies existantes.

Globalement les paysans ne souhaiteraient pas se contenter de résultats stables si cela doit impliquer des niveaux de revenu faibles.

Concrètement, la façon dont les fermiers répondent aux propositions d'innovation dépend des facteurs liés à l'exploitation et au ménage qui lui est lié (situation financière, cycle familial, force de travail) et de facteurs exogènes.

HUIJSMAN montre que les paysans ont une attitude active vis-à-vis du risque. Leur principal objectif ne serait pas de limiter la variabilité de la production mais de pouvoir agir sur les contraintes pour utiliser positivement les ressources. Pour cela ils choisissent des systèmes de cultures flexibles et ayant des options diversifiées de culture. Ils recherchent les facteurs de production qui s'adaptent le mieux aux modifications de l'environnement pendant le cycle de culture et qui sont les plus souples quant aux dates d'utilisation.

L'auteur conclut que les paysans savent jouer avec le risque mais ils craignent la spirale de l'endettement. C'est pour cette raison que le risque perçu peut constituer une cause sérieuse de sous-investissement en agriculture et d'élargissement des disparités entre les ménages pauvres et les ménages riches.

#### 4.2. Conséquences pour la recherche

Les travaux d'HUIJSMAN se situent dans la lignée des travaux sur les systèmes de production réalisés par des équipes tant françaises (INRA-SAD,

CIRAD, ORSTOM) qu'anglo-saxonnes (Centres Internationaux de Recherche Agronomique, D. NORMAN). HUIJSMAN fait un plaidoyer qui serait volontiers repris par les chercheurs de ces différentes équipes : « *Il est temps que les économistes et les agronomes commencent à comprendre que la question centrale n'est pas : comment et jusqu'à quel degré les paysans ont une aversion vis-à-vis du risque, mais plutôt : comment gèrent-ils et intègrent-ils les modifications et les aléas de l'environnement ? Qu'est-ce que l'on peut apprendre de l'étude de leurs stratégies en situation de risque* ». C'est ainsi que l'on pourra d'une part valoriser les capacités d'innovation des paysans et d'autre part leur proposer des outils d'aide à la décision plus pertinents car plus adaptés.

L'intérêt des modèles et de leur raffinement demeure dans l'effort fait pour comprendre le comportement économique des décideurs. Les hypothèses qui sont faites alors permettent d'explicitier les critères de ce choix, de proposer de nouvelles pistes pour enrichir la décision. S'il est vrai que les décideurs ne recherchent pas *la meilleure solution*, mais se contentent souvent d'*une solution satisfaisante* (H. SIMON), il reste que les recherches en matière de gestion doivent aider à trouver de meilleures solutions et pour cela les approfondissements théoriques que permettent les modèles paraissent utiles.

À cet égard le développement des systèmes experts (Intelligence Artificielle) et des Systèmes Interactifs d'Aide à la Décision (S.I.A.D.) apparaît très prometteur pour mieux comprendre le comportement des agriculteurs en situation de risque et pour améliorer leurs décisions (TEULIER, 1986). En matière de gestion, on ne sait pas encore parfaitement pourquoi certains agriculteurs « réussissent » mieux que d'autres. En matière d'analyse de la gestion, les informations non quantifiées ont été le plus souvent ignorées parce que l'on ne savait pas les traiter — certaines des solutions présentées ici apparaissent comme un essai de quantifier le risque — or, il semble bien que les bons agriculteurs sont ceux qui intègrent le mieux certains éléments de l'environnement pédoclimatique et socio-économique pour pouvoir réagir aux aléas. Les systèmes experts peuvent être utilisés pour aider à découvrir les critères, indicateurs et informations que les agriculteurs retiennent en situation d'incertitude.

## ANNEXE

### L'élaboration des fonctions d'utilité

FRIEDMAN et SAVAGE ont proposé une courbe d'utilité fonction du revenu qui est représentée sur la figure 1.

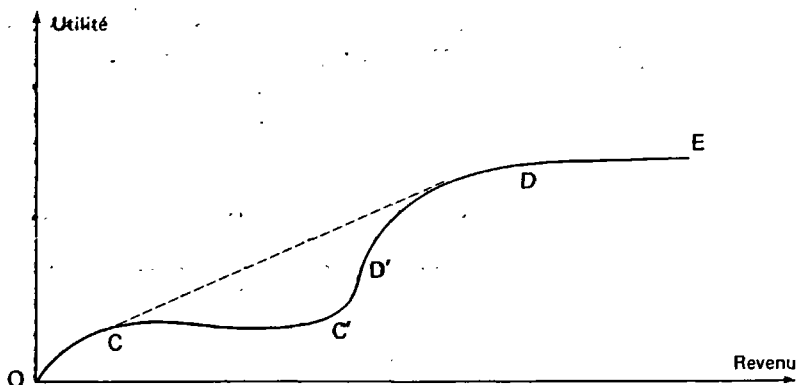


FIG. 1

Les caractéristiques sont les suivantes :

1 — Les personnes à bas revenu ont une *aversion pour le risque*, et par exemple, s'assurent. Ceci correspond à la partie OC' de la courbe (fig. 2). Globalement le coût de l'assurance est supérieur au gain. S'étant assurée, la personne est certaine qu'elle aura un pouvoir d'achat  $I^*$  inférieur à son pouvoir d'achat actuel ( $I_1$ ). L'utilité de ce nouveau revenu plus bas de l'individu s'assurant doit être supérieur à la moyenne des utilités des deux situations possibles dans assurance.

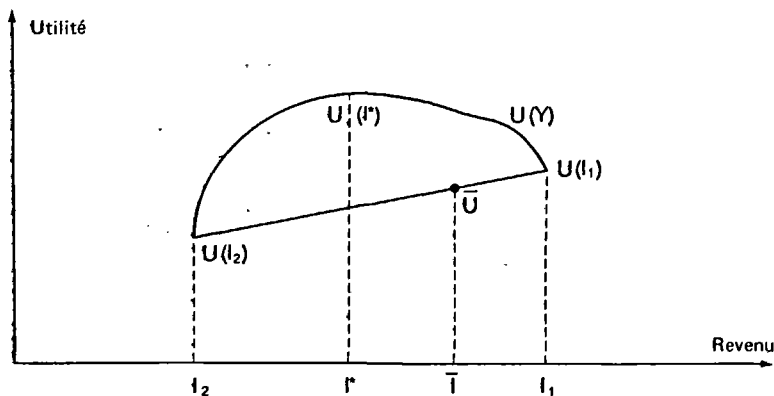


FIG. 2

$I_1$  = position de l'individu non assuré si aucune perte ne survient.

$I_2$  = position de l'individu non assuré si la perte survient.

$I^*$  = moyenne, pondérée par la probabilité de perte  $I_1$  et  $I_2$ .

$U(Y)$  = utilité.

$\bar{U} = P [U (I_2)] + (1 - p) [U (I_1)]$ .

$\bar{U}$  n'est donc pas une utilité, c'est seulement la moyenne de deux utilités.

$p$  = probabilité de perte.

Pour que l'individu s'assure il faut donc que  $U(I^*)$  soit supérieur à  $U$ . En d'autres mots, la désutilité marginale croissante des gains est nécessaire pour qu'il y ait assurance. Poussée à l'extrême, cette aversion peut empêcher toute action quelque peu risquée et donc la prise de responsabilité.

2 — Les personnes à revenu plus important peuvent avoir une *préférence pour le risque* : ceci correspond à la partie C' et D' de la courbe (fig. 1).

Sur la figure 3, on s'aperçoit que l'utilité marginale est croissante.

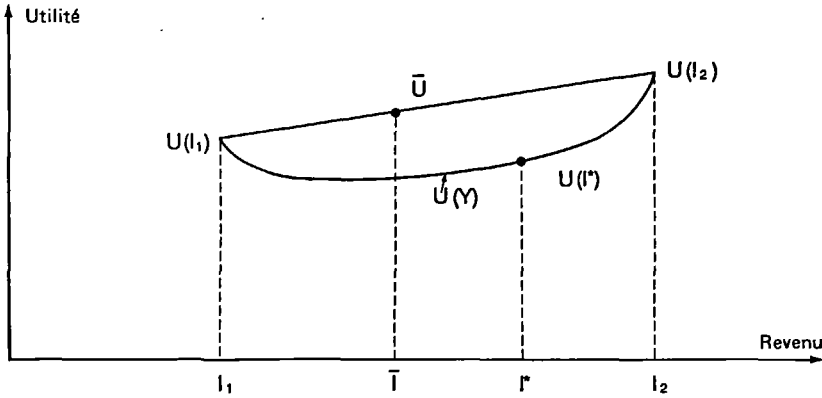


FIG. 3

$I_1$  = Revenu après le risque mais avec perte.

$I_2$  = Revenu après le risque mais avec gain.

$\bar{I}$  = Moyenne, pondérée par la probabilité de perte, des situations  $I_1$  et  $I_2$ .

$\bar{U} = p [U(I_1)] + (1 - p) [U(I_2)]$ .

$U(I^*) \leq \bar{U}$

3 — Les situations C' et D' (fig. 1) légère préférence ou aversion pour le risque, se rencontrent chez les personnes dont le revenu est modérément important ou faible. Ces individus sont à la fois joueur et assuré.

Plusieurs critiques ont été faites à cette analyse. Signalons celles de MARKOWITZ qui conteste que les personnes ayant de revenus moyens acceptent des paris entraînant gain ou perte important.

MARKOWITZ propose la courbe et la figure 4.

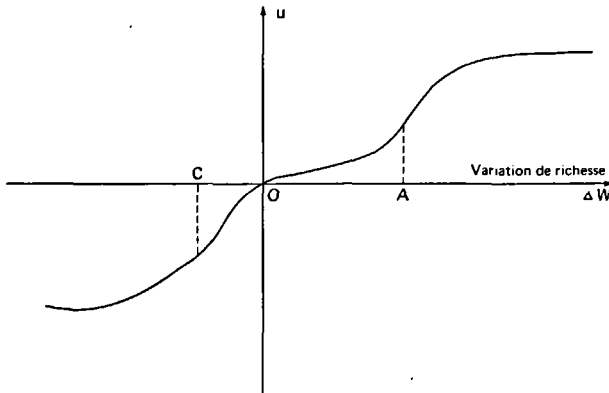


FIG. 4

Le point 0 représente la richesse initiale.

À droite du point 0, il y a les accroissements de richesse et à gauche, les diminutions de richesse.

La fonction d'utilité a trois points d'inflexion (A, O, C) avec le point d'origine. La fonction est monotone croissante, mais limitée (pour éviter le paradoxe de Saint-Petersbourg). La situation des points A et C varie suivant les cas. Pour les jeunes considérés plus joueurs, A tendra vers l'infini, si on considère les vieux plus « prudents », le point C tendra vers l'infini. La courbe est asymétrique : la fonction d'utilité décroît plus vite à gauche du point 0 qu'elle ne croît à droite. Généralement, le raffinement de MARKOWITZ est accepté. Mais, le problème de la construction de la courbe d'utilité reste entier.

## BIBLIOGRAPHIE

- ALLAIS (M.), 1953. — Le comportement de l'homme rationnel devant le risque : critique des postulats et axiomes de l'École Américaine — *Econometrica*.
- BAUMOL (W.), 1963. — Théorie économique et analyse opérationnelle — Dunod.
- BERNOULLI. — "Specimen theoriae novae de mensura sortis" — Commentaires de l'Académie Impériale des Sciences de St Pétersbourg, Tome V, 1738 ; 175-192 — Trad. française dans *Revue et Statistiques Appliquée*, 1971, vol. XIX, n° 3.
- BINSWANGER (H. P.), 1979. — Risk and uncertainty in Agricultural Development in Roumasset, Boussard, Singh, 1979.
- BOUSSARD et PETIT, 1966. — Problème de l'accession à l'irrigation, INRA-SCP.
- BOUSSARD, 1971. — L'application des modèles « type Provence » à l'étude des exploitations agricoles de l'Ouest Malgache — *Économie Rurale* n° 88, avril-juin, 1971 : 45-57.
- BOUSSARD (J. M.), 1979. — Risk and uncertainty in Programming models : a review in Roumasset, Boussard, Singh, 1979.
- BROSSIER (J.) *et al.*, 1974. — Systèmes de Production en régions de grande culture — Série Économie et Sociologies Rurales — INRA-Dijon-THEIX, ed. SEI Versailles, 1 vol., 292 p.
- BROSSIER (J.), MARSHALL (E.), 1976. — Les coûts de production, instruments de quelle décision ? Du coût de production au juste prix. *Revue de l'INRAP*, n° 25.
- BROSSIER (J.), 1981. — Recherche Développement sur les systèmes de production au Mali — Session de la SFER, automne 1981, 9 p.
- BROSSIER (J.), CHAUMONNOT (G.), MARSHALL (E.), 1978. — Analyse technico-économique des exploitations agricoles et formation des agriculteurs. Une expérience menée avec un groupe d'agricultures et d'agriculteurs de la région de Beaune, 260 p. INRAP-Dijon.
- CORDONNIER, CARLES, MARSAL, 1970. — Économie de l'entreprise agricole — Cujas, p. 510.
- DE FINETTI. — La prévision, ses lois logiques, ses sources subjectives — *Annales Institut Henri Poincaré*, T. III. Paris.
- DIANI (S.), 1984. — Actions de développement agricole et diversité des situations des paysans. Le cas d'une opération de développement rural dans la zone sahélienne du Mali (Kaarta) — Faculté de Science Économique et de gestion de Dijon, thèse de 3<sup>e</sup> cycle, 258 p. + annexes — (Directeur : J. BROSSIER).
- DILLON, 1971. — An expository Review of Bernoullian Decision theory in Agriculture Review of Marketing and Agricultural Economics — vol. 39, n° 1, march 1971.
- DONIO (J.), 1969. — Le problème Bayésien — METRA, vol. III, n° 2A.
- FARQUHAR (A.), 1961. — Rational decision marking and risk in farm planning. *Journal of Agricultural economics*, Vol. XIV, n° 4, décembre 1961.
- FARRAR (D.), 1962. — The investiment decision under uncertainty — Prentice hall.
- Groupe de Recherches INRA-ENSSAA, 1977. — Pays, paysans, Paysages dans les Vosges du sud — INRA — service des publications. Paris.
- GUITTON (H.), 1959. — La théorie du temps et de l'incertitude de SHACKLE-REP, janvier-février 1959.
- HICKS (J.), and ALLEN (R.), 1934. — A reconsideration of the theory of value — *Econometrica* (Ecl. May, 1934 — 52-76 and 196-219).
- HUIJSMAN, 1986. — Choice and uncertainty in semi-subsistence economy. A study of decision making in Philippine Village. Agricultural Economic. PhD Thesis Wageningen (Royal Tropical Institute) — Amsterdam.
- JOHNSON (G.) *et al.*, 1961. — Managerial Processus of Midwestern Farmers — Iowa — State University Press.
- KNIGHT (F.), 1921. — Risk uncertainty and profit — Boston : Houghton, Mifflin.

- LUTZ (F.), and LUTZ (V.), 1951. — Theory of investment of the firm — Princeton University Press.
- MASSE (P.), 1968. — Le choix des investissements — Dunod.
- MUNIER (B), ed., 1987. — Decision, risk and uncertainty. Reidel publishing company, Dardrecht. Actes du colloque FUR III, Aix-en-Provence, 1986.
- OFFICIER (R.), 1967. — Thèse de maîtrise (non publiée) — Décision making under risk : a brief examination of the Bayesian approach and an empirical study of utility analysis in Agriculture — University of New England.
- PETERSON, 1965. — " *Journal of Experiment psychology* ", vol. 70, n° 1 et 5 (plusieurs articles).
- PETIT (M.), 1975. — Adoption des innovations techniques par les agriculteurs — Plaidoyer pour un renouvellement de la théorie économique de la décision — Pour — n° 40.
- PETIT (M.), 1981. — Théorie de la décision et comportement adaptatif des agriculteurs in Formation des agriculteurs et apprentissage de la décision. Journée INRA-ENSSAA-INPSA-INRAP, 21 janvier 1981.
- REBOUL (C.), 1964. — Temps de travaux et jours disponibles en agriculture — *Économie Rurale*, juillet-septembre 1964, n° 61 : 56-79.
- RIVELINE (C.), 1973. — L'évaluation des Coûts — *Annales des Mines*, juin 1973.
- ROBICHEK (A.), MYERS (S.), 1970. — La préparation des décisions financières. Trad. Dunod, 1970.
- ROUMASSET (J. A.), BOUSSARD (J. M.) and SINGH (I.), ed. 1979. — Risk uncertainty in Agricultural Development New-York, Agr. Dev. Centre.
- SAMUEL (L.), 1986. — La prise de décision : une science, Ça m'intéresse, janvier 1986, n° 59 : 80-84.
- SAVAGE (L.), 1954. — The foundation of statistics. New-York, J. Wiley and sons.
- SFEZ (L.), 1973. — Critique de la décision, Cahiers de la FNSP, Paris. Une version réduite et actualisée du même auteur et parue en 1984 : Que sais-je ? n° 1981, PUF.
- SIMON (H.), 1969. — The Sciences of the Artificial. The MIT Press — Cambridge-Mass. Trad. française « La Science des Systèmes, Science de l'Artificiel » — Paris, l'EPI, 1974.
- SUMMERS (R.), 1967. — A peck at the trade off relationship between return and risk. *The quarterly Journal of economics*, n° 3, août 1967 : 437-456.
- TEULIER (R.), 1986. — Intérêt d'utiliser l'Intelligence artificielle dans les systèmes interactifs d'aide de la décision sur l'exploitation agricole. Mémoire de DEA, UER Sc. Econ. Toulouse, 90 p. + annexes.
- VON NEUMANN (J.), MORGENSTERN (O.), 1940. — Theory of games and Economic Behavior — Princeton.

## NOTES

1. Il semblerait donc que ceux qui deviennent propriétaires acceptent un risque financier élevé pour des motifs de sécurité ou de survie et sans doute parce qu'ils peuvent réduire les risques d'entreprise.

2. On peut facilement constater sur cet exemple les limites d'une analyse qui ne porterait l'attention que sur le revenu agricole qui, dans ce dernier cas, serait toujours largement positif (63 000 — 30 000 = 33 000 F).

3. L'exode rural, par l'envoi des fonds, permet l'achat de charrues, il est un élément de la stratégie des paysans.

4. Pour des développements théoriques récents, on pourra se reporter à l'excellente introduction de Bernard MUNIER « A guide to decision-marking under uncertainty » de l'ouvrage collectif B. MUNIER, 1987.

5. On parle de probabilité physique, empirique ou de fréquence.

6. DE FINETTI écrit : « Si dans un coup de pile ou face, j'attribue la probabilité 1/2 à pile, c'est là un jugement subjectif que des considérations de symétrie... peuvent expliquer dans des raisons psychologiques, mais qu'elles ne peuvent nullement transformer en quelque chose d'objectif ».

7. On parle aussi de probabilités personnelles et psychologiques.

8. On peut reprendre un exemple emprunté à MASSE (1968), p. 219. « Une personne énonce qu'un tel événement, la victoire du cheval Phil Drake au grand prix de 1955, a une probabilité 1/2. L'expérience peut-elle confirmer ou infirmer cette affirmation ? Certes pas. Phil Drake peut gagner le Grand Prix ou le perdre. En fait, il l'a gagné. Tout ce que prouve l'expérience, c'est que la probabilité en question n'était pas nulle. Pour aller plus loin, il faudrait recommencer l'épreuve un grand nombre de fois dans des conditions identiques. Mais le Grand Prix de 1955 ne se court qu'une fois.

*Dans la conception subjective au contraire, l'affirmation a un sens très précis. C'est que l'individu acceptera de miser 100 francs pour recevoir 200 francs en cas de victoire de Phil Drake. Ou qu'il sera indifférent entre deux billets de loterie lui assurant la même somme, l'un en cas de victoire de Phil Drake dans le Grand Prix, l'autre en cas de sortie de Face en un seul coup de Pile ou Face».*

9. On trouvera dans la revue *Metra* un article de J. DONIO (1969) présentant un modèle séquentiel Bayésien.

10. Voir en particulier les articles de PETERSON (1965) dans le « *Journal of Experiment psychology* ».

11. L'accroissement d'utilité  $du = \frac{dr}{r}$  est inversement proportionnel à la fortune initiale ( $r$ )

d'où  $u = \log \frac{r}{a}$

# Analyse et prise en compte des risques climatiques pour la production végétale

Michel ELDIN\*

L'importance des risques climatiques en agriculture est connue. Qui n'a vu une culture complètement déchiquetée par la grêle ? Qui n'a pu constater les dégâts d'une gelée tardive sur des arbres fruitiers en pleine floraison ? Qui n'a entendu parler des conséquences dramatiques de la sécheresse au Sahel, en Éthiopie ou dans le Nordeste brésilien ?

On se propose d'examiner ici quelques moyens d'analyse des risques climatiques susceptibles de guider la prise de décisions en agriculture. Il peut s'agir de *choix stratégiques*, c'est-à-dire qui engagent l'agriculteur pour au moins un cycle complet de cultures et parfois pour plusieurs années : choix des cultures, des rotations, des assolements, de la fumure de fond, de la préparation du terrain... ou de *choix tactiques* que l'agriculteur est amené à faire au fil des jours en fonction de la conjoncture météorologique : dates des semis, opportunité d'un traitement phytosanitaire, d'un désherbage, d'un apport d'eau, mobilisation plus importante de main-d'œuvre,... Nous utiliserons des données de pluviosité du Burkina Faso comme support principal à l'exposé de ces moyens d'analyse et aux commentaires qu'ils suscitent.

## 1. RISQUES CLIMATIQUES ET STRATÉGIES AGRICOLES

### 1.1. Séries chronologiques et stratégies agricoles

Pour d'assez nombreuses stations météorologiques du globe, l'on dispose de données météorologiques obtenues sur plusieurs dizaines d'années consécutives et qui constituent ainsi des « séries chronologiques ». À titre d'exemple, les figures 1, 2 et 3 illustrent l'évolution de la pluviosité annuelle depuis 1920 jusqu'à 1987, pour trois stations du Burkina Faso que nous avons choisies de façon à balayer en latitude le champ de la zone soudano-sahélienne : Ouahigouya (13°36' N), Fada N'Gourma (12°02' N) et Bobo Dioulasso (11°10' N) <sup>1</sup>.

Les pluviosités annuelles « normales », c'est-à-dire les moyennes interannuelles calculées sur une période suffisamment longue pour pouvoir être considérées comme relativement stables, s'établissent à 668 mm, 863 mm et 1 122 mm, pour ces trois stations respectivement. Elles ont été calculées pour

---

\* Agroclimatologie ORSTOM, Centre ORSTOM, B.P. 5045, 34032 Montpellier cedex.



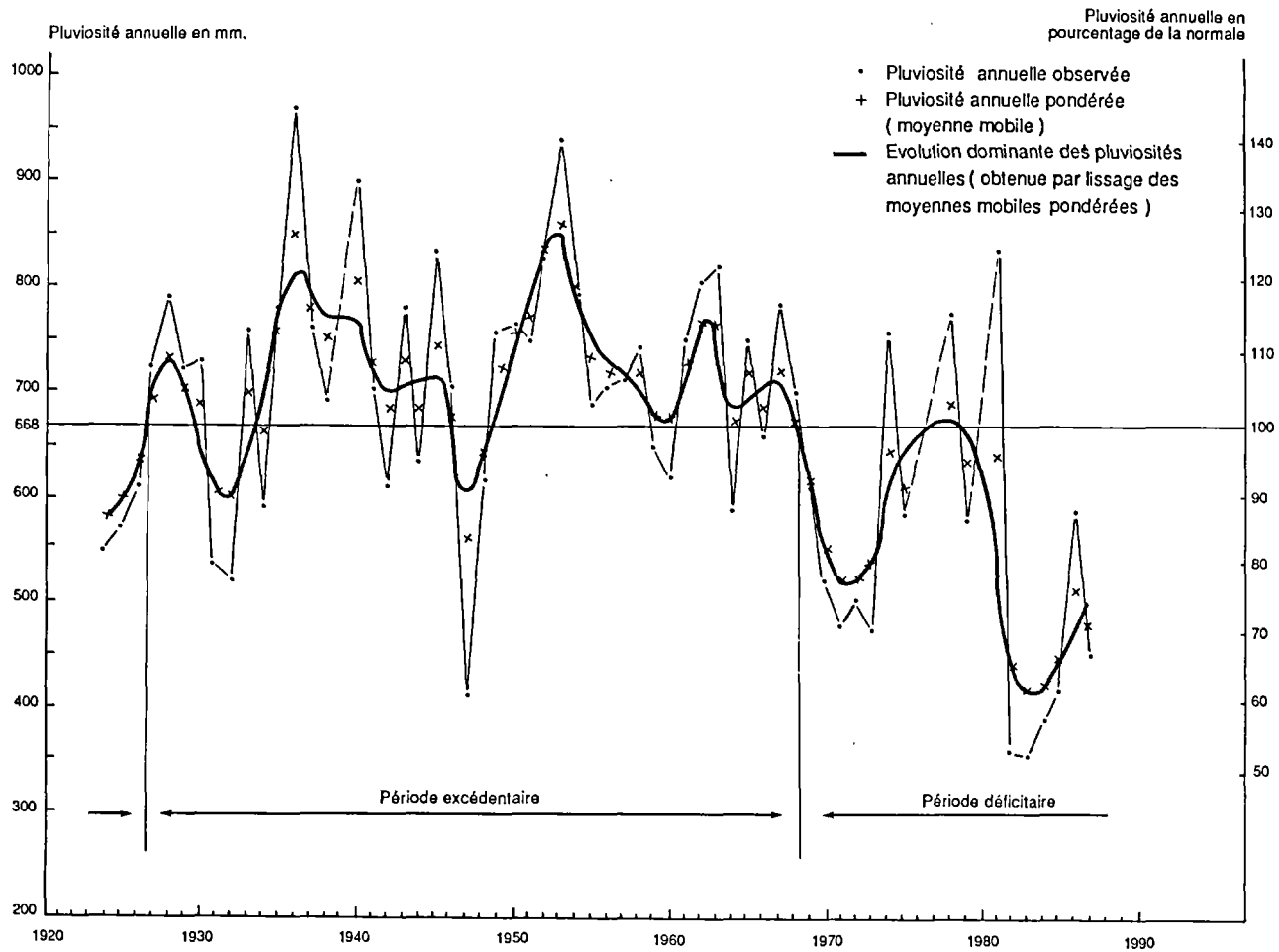


FIG. 1. — Série chronologique de Ouahigouya

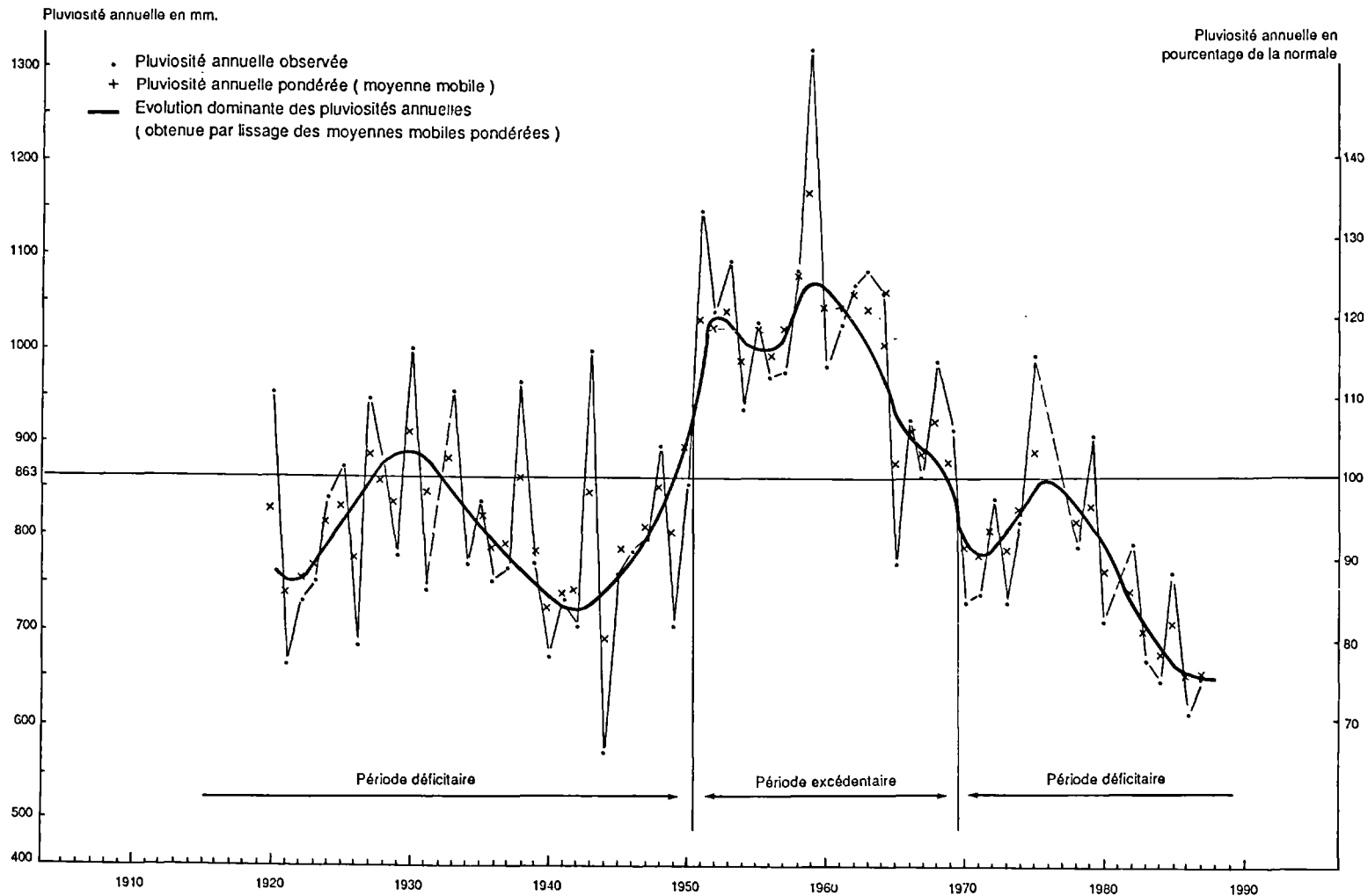


FIG. 2. — Série chronologique de Fada N'Gourma

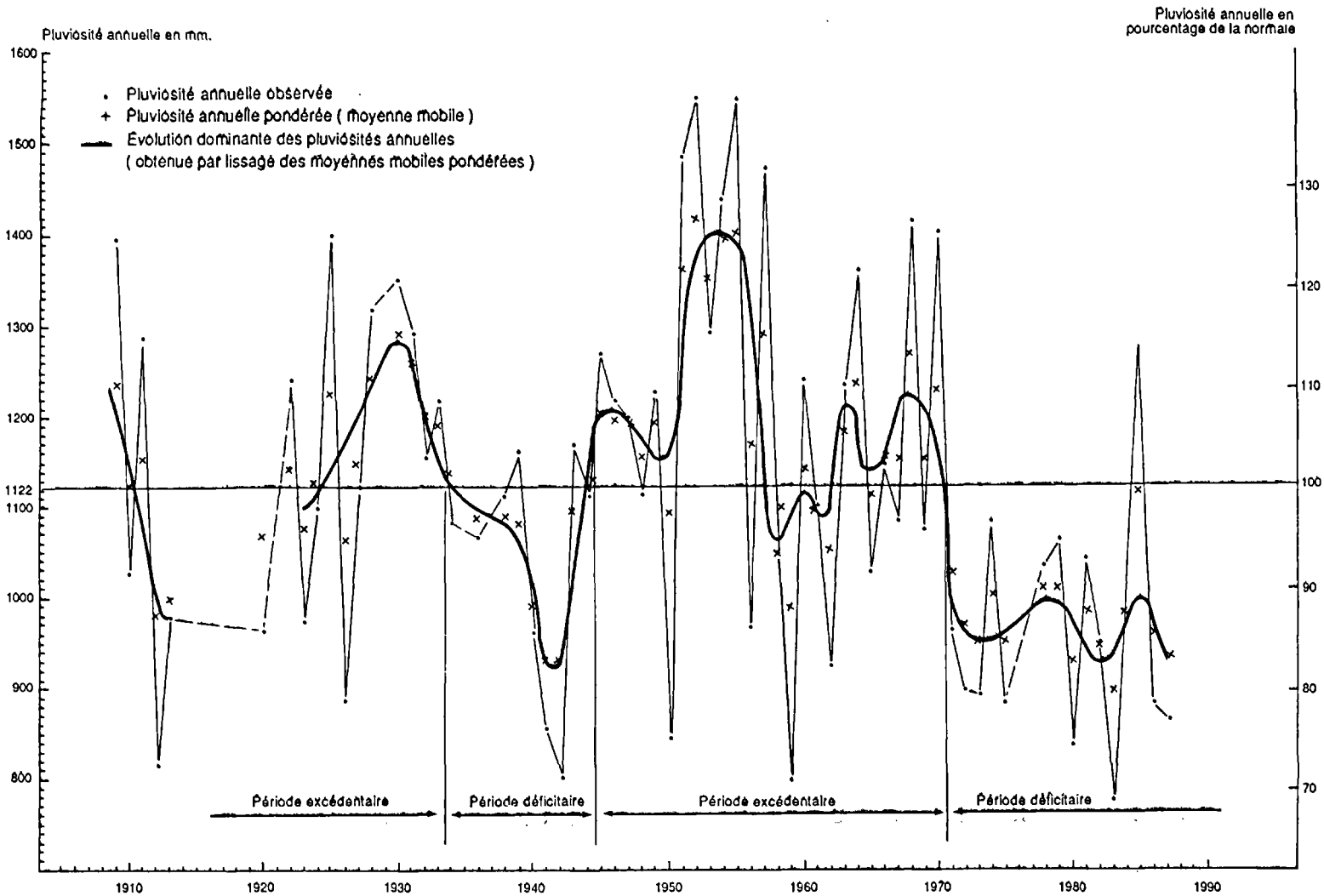


FIG. 3. — Série chronologique de Bobo Dioulasso

une période commune de 64 ans, allant de 1924 à 1987 inclus. Les pluviosités annuelles des figures 1 à 3 sont indiquées à la fois par leur montant en mm et par le pourcentage de la pluviométrie annuelle normale qu'elles représentent.

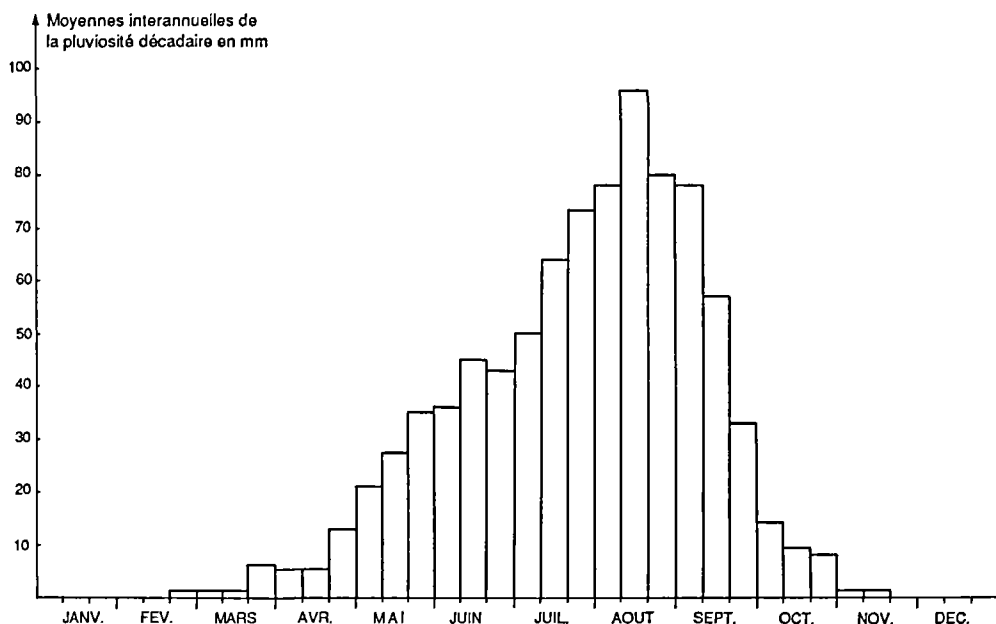


FIG. 4. — Répartition des pluies décadaires à Fada N'Gourma (1920-1983)

La figure 4 donne la répartition au cours de l'année des moyennes interannuelles des pluviosités décadaires à Fada N'Gourma qui est bien représentative des trois stations considérées. On remarque que, pour la zone soudano-sahélienne, les pluviosités annuelles ont un intérêt agricole évident car elles représentent assez bien la quantité d'eau disponible pour la culture pluviale. Il est d'ailleurs intéressant de noter que les nombreuses études statistiques qui se sont attachées à relier les rendements des principales cultures vivrières sahéliennes (mil, sorgho, arachide, niébé) aux pluviosités annuelles reçues, font en général état d'une assez bonne corrélation entre ces grandeurs (SNIJDERS, 1986 ; SICOT, 1989 ; GROUZIS & ALBERGEL, 1989).

Dans certains cas, ce n'est pas le rendement mais l'écart au rendement prévu selon une évolution obéissant à des facteurs non climatiques, qui est corrélé à la pluviométrie annuelle : exemple du coton au Burkina Faso (ALBERGEL, CARBONNEL & VAUGELADE, 1985). À une même pluviométrie annuelle peut correspondre un grand nombre de répartitions des précipitations au cours de la saison pluvieuse, plus ou moins favorables à la production agricole. On peut sans doute attribuer à cette diversité des distributions de la pluie au cours de l'année le fait que ces corrélations soient généralement assez bonnes, sans être cependant excellentes.

L'examen des séries chronologiques de pluviosités annuelles présentées sur les figures 1 à 3 conduit aux commentaires suivants :

— Ces pluviosités présentent une grande variabilité interannuelle dont le tableau I donne quelques éléments quantitatifs. On réalise ainsi à quel point la

TABLEAU I

Variabilités interannuelles des totaux pluviométriques annuels de Ouahigouya, Fada N'Gourma et Bobo Dioulasso au cours de la période 1924-1987 (64 ans)

	OUAHIGOUYA	FADA N'GOURMA	BOBO DIOULASSO
Latitude	13° 36' N	12° 02' N	11° 10' N
Longitude	2° 26' W	0° 22' W	4° 19' W
Nombre (N) d'années complètes	60	60	59
Normale (m) en mm	668	863	1122
Ecart-type (s) en mm	143	151	203
Coefficient de variation : s/m	0,21	0,17	0,18
Valeur minimale de l'échantillon en mm	358	569	778
Valeur maximale de l'échantillon en mm	971	1314	1552
Nbre (n) de valeurs hors de l'intervalle : normale $\pm$ 10 %	42	40	35
n/N x 100	70 %	67 %	59 %

grande incertitude dans laquelle se trouve l'agriculteur soudano-sahélien quant à la quantité de pluie dont il peut disposer pour ses cultures, le place en situation de risques élevés. D'autant qu'à cette incertitude, il faut ajouter celle tout aussi redoutable qui concerne la distribution des précipitations au cours de la période de culture : des pluies abondantes de début et/ou de fin de cycle cultural accompagnées d'une période de sécheresse prolongée en milieu de cycle à un moment où la plante est très sensible au manque d'eau, peuvent être aussi catastrophiques qu'une année à pluviosité annuelle faible.

Cette situation à hauts risques explique en grande partie le caractère extensif de l'agriculture sahélienne et la réticence naturelle d'un grand nombre de paysans à la mise en pratique de techniques coûteuses en argent ou en temps de travail. Ils préfèrent se prémunir contre la sécheresse en répartissant les risques dans l'espace (nombreuses parcelles en situation pédologique ou topographique différente, profondeur variable de semences dans le sol,...) et dans le temps (semis échelonnés ou recommencés, mélange de variétés à longueurs de cycle différentes,...) (MILLEVILLE, 1989).

— Considérant que les années dont la pluviosité annuelle se situe aux environs de 120 % de la normale sont généralement décrites comme nettement excédentaires (années 1961 à 1964 à Fada N'Gourma, par exemple) et que celles dont la pluviosité annuelle se situe aux environs de 80 % de la normale sont décrites comme franchement déficitaires (années 1940 à 1942 à Fada N'Gourma), il apparaît raisonnable de classer les années suivant les trois catégories :

- Années moyennes si la pluviosité annuelle est comprise entre 90 et 110 % de la normale.
- Années excédentaires si la pluviosité annuelle est supérieur à 110 % de la normale.
- Années déficitaires si la pluviosité annuelle est inférieure à 90 % de la normale.

Sur cette base, on remarque (fig. 1 à 3 et tabl. I) qu'environ 35 % des années des trois stations considérées peuvent être qualifiées de « moyennes ». Une stratégie agricole moyenne — basée sur la bonne utilisation de ces précipitations annuelles moyennes — est donc vouée à un échec relatif dans 65 % des cas, soit parce que l'année sera anormalement sèche et les rendements très bas par manque d'eau, soit parce qu'elle sera anormalement pluvieuse et que la stratégie moyenne mise en place ne permettra pas de tirer un profit suffisant de cette ressource hydrique pour regarnir les greniers et les porte-monnaie. Il nous semble plus judicieux d'envisager la mise en place de trois stratégies différentes :

- Une stratégie des années pluvieuses qui permettrait de valoriser les potentialités climatiques du moment par des choix correspondant à une agriculture plus intensive : variétés à cycle un peu plus long, plus productive, investissement en temps de travail (préparation du terrain, sarclage, binage,...) en engrais, en pesticides,...

- Une stratégie des années sèches pour lesquelles il faut minimiser la prise de risque tout en essayant d'assurer un minimum de récolte. On pense immédiatement à l'utilisation des techniques de l'aridoculture : choix de variétés à cycle court ou très court, robustes, résistantes à la sécheresse ; travaux permettant l'infiltration de la lame d'eau précipitée ou la concentration du ruissellement sur des surfaces privilégiées ; réduction de l'évaporation à la surface du sol et, si nécessaire, réduction de la surface foliaire transpirante ; amélioration de la capacité du sol à retenir l'eau ; dispersion spatiale et temporelle des risques...

- Une stratégie des années moyennes, intermédiaires entre les deux précédentes, bien adaptée dans seulement 35 % des cas.

La question qui se pose alors est bien évidemment : « Comment savoir si la saison des pluies que l'on attend sera pluvieuse ou sèche ? » Disons tout de suite qu'en l'état actuel des connaissances, l'on ne sait pas encore répondre de façon satisfaisante à cette question. Cependant diverses voies explorées actuellement par la recherche devraient aboutir assez vite à des prédictions correctes, c'est-à-dire présentant une marge d'erreur acceptable.

Remarquons tout d'abord que les séries chronologiques des figures 1 et 3 présentent toutes des phénomènes de persistance se traduisant par l'existence de périodes durant lesquelles les années à pluviosité supérieure à la normale dominent très nettement et de périodes où dominent les années à pluviosité inférieure à la normale. Par commodité, nous appellerons « périodes excédentaires » les premières et « périodes déficitaires » les secondes. Pour la délimitation de ces périodes, il est d'usage d'effectuer un traitement des séries chronologiques étudiées afin d'atténuer l'effet de la forte variabilité inter-annuelle et de mieux mettre en évidence l'évolution générale de la pluviosité au cours des ans. Ce traitement peut s'opérer par moyenne glissante de plusieurs années consécutives ou par la méthode des moyennes mobiles pondérées (OLIVRY, 1983) qui prend en compte pour le calcul de chaque moyenne mobile l'ensemble des pluviosités annuelles disponibles antérieures à l'année considérée.

Par ailleurs, pour avoir une vision régionale qui minimise le poids des phénomènes locaux, on fait généralement appel à diverses méthodes comme celle du vecteur pluviométrique régional (BRUNET MORET, 1979 ; HIEZ, 1986) ou comme celle des indices pluviométriques (LAMB, 1982 ; SNIJDERS, 1986).

Le tableau II, extrait d'un travail de J. ALBERGEL (1988) donne un exemple

TABLEAU II  
Évolution des pluviosités annuelles pour sept stations du Burkina Faso, de 1930 à 1983  
D'après J. ALBERGEL, 1988

Station Année	DORI	OUAHI- GOUYA	DEDOU- GOU	FADA	BOBO	BANFO- RA	GAOUA	E	N	D	n	n				
												-6	-4	-2	0	2
1930	-	+	+	+	+	+	0	5	1	1	4					
31	-	-	+	0	+	+	+	4	1	2	2					
32	0	-	+	0	+	+	0	3	3	1	2					
33	0	0	+	+	+	+	+	5	2	0	5					
34	-	0	+	0	0	+	+	3	2	2	1					
35	0	+	0	0	+	+	+	4	3	0	4					
36	-	+	+	-	+	+	+	5	0	2	3					
37	-	+	0	-	0	0	+	2	3	2	0					
38	-	+	0	0	0	0	+	2	4	1	1					
39	0	+	+	-	0	0	+	3	3	1	2					
1940	0	+	+	-	-	-	+	3	1	3	0					
41	0	+	+	-	-	-	+	3	3	1	2					
42	+	0	+	-	-	-	+	3	1	3	0					
43	+	+	+	0	-	-	+	4	1	2	2					
44	0	0	0	-	-	-	0	0	4	3	-3					
45	+	+	+	-	0	-	0	3	2	2	1					
46	0	+	+	-	+	-	0	3	2	2	1					
47	0	-	0	-	+	-	-	1	2	4	-3					
48	0	-	0	0	0	-	-	0	4	3	-3					
49	0	+	0	-	+	-	-	1	3	3	-2					
1950	+	+	+	-	-	-	0	3	1	3	0					
51	0	+	+	+	+	+	0	5	2	0	5					
52	+	+	+	+	+	+	0	6	1	0	6					
53	+	+	+	+	+	+	-	6	0	1	5					
54	+	+	-	+	+	+	+	5	2	0	5					
55	+	+	0	+	+	+	+	6	1	0	6					
56	+	+	+	+	+	-	+	6	0	1	5					
57	+	+	+	+	+	0	+	6	-1	0	6					
58	+	+	+	+	+	0	0	5	2	0	5					
59	+	0	0	+	-	0	0	2	3	2	0					
1960	0	0	+	+	0	0	-	2	4	1	1					
61	+	+	-	+	0	-	-	3	1	3	0					
62	+	+	+	+	-	0	-	4	1	2	2					
63	+	+	+	+	0	+	0	5	2	0	5					
64	+	0	+	+	+	+	0	5	2	0	5					
65	+	+	+	+	0	+	0	5	2	0	5					
66	+	0	+	+	0	+	0	4	3	0	4					
67	+	+	-	+	0	+	-	4	1	2	2					
68	-	+	0	+	+	+	+	5	1	1	4					
69	+	0	-	+	+	0	+	4	2	1	3					
1970	-	-	-	-	+	0	+	2	1	4	-2					
71	-	-	-	-	0	-	0	0	2	5	-5					
72	-	-	-	-	-	-	-	0	0	7	-7					
73	-	-	-	-	-	-	-	0	0	7	-7					
74	-	-	-	-	-	-	-	0	0	7	-7					
75	-	-	-	0	-	-	-	0	1	6	-6					
76	-	-	-	-	-	-	-	0	0	7	-7					
77	-	-	-	0	-	-	-	0	1	6	-6					
78	-	-	-	-	-	-	-	0	0	7	-7					
79	-	-	-	0	-	-	-	0	1	6	-6					
1980	-	-	-	-	-	-	-	0	0	7	-7					
81	-	+	-	-	-	-	-	1	0	6	-5					
82	-	-	-	-	-	-	-	0	0	7	-7					
83	-	-	-	-	-	-	-	0	0	7	-7					

Comparaison, pour chaque station, entre la moyenne mobile de l'année considérée et la moyenne interannuelle :

+ moyenne mobile > moyenne interannuelle : année excédentaire

0 moyenne mobile < moyenne interannuelle : année déficitaire

0 moyenne mobile = moyenne interannuelle : année normale

E : nombre de stations à pluviosité excédentaire pour l'année considérée

D : nombre de station à pluviosité déficitaire pour l'année considérée

N : nombre de stations à pluviosité normale pour l'année considérée

n = E - D, marque le caractère de l'année pour l'ensemble, des sept stations considérées.

de traitement par la méthode des moyennes mobiles pondérées des données de sept stations du Burkina Faso, observées depuis au moins 60 ans et considérées, après test d'homogénéisation, comme fiables. Pour chaque année, on a calculé la différence algébrique  $n$  entre le nombre  $E$  de stations présentant une pluviosité annuelle excédentaire et le nombre  $D$  de stations présentant une pluviosité annuelle déficitaire. L'évolution de  $n$  au cours des ans donne une bonne image moyenne des oscillations pluviométriques observées au Burkina Faso depuis 1930. Cette étude confirme l'existence du phénomène de persistance déjà mentionné. Quatre périodes apparaissent nettement :

- une période excédentaire de 1930 à 1943.
- une période déficitaire, courte et assez mal marquée, de 1944 à 1950.
- une période excédentaire, longue et accentuée, de 1951 à 1969.
- une période déficitaire, longue et très accentuée, de 1970 à 1983, et dont on sait qu'elle s'est poursuivie jusqu'en 1987.

Un examen plus approfondi des données de ces 7 stations met en évidence des disparités importantes entre celles-ci, dont une explication est proposée au paragraphe suivant, et qui sont révélées par le faible niveau des corrélations calculées entre ces stations (JACKSON, 1977 ; SNIJERS, 1986 ; ...). À cause de cette grande hétérogénéité spatiale, il nous semble préférable dans l'optique d'une étude destinée à faciliter la prise de décision agricole, de raisonner à l'échelle locale et de traiter séparément les pluviosités annuelles des 3 stations que nous avons choisies pour illustrer notre commentaire.

Les figures 1 à 3 donnent l'évolution des moyennes mobiles pondérées calculées à partir des pluviosités annuelles de chaque station. Un lissage supplémentaire par moyenne glissante d'année en année et portant sur 3 moyennes mobiles pondérées consécutives a été effectuée. Sur cette base, on obtient un découpage en périodes excédentaires et déficitaires dont les caractéristiques sont indiquées par le tableau III. L'existence de cette succession de périodes pluviométriquement très différentes met en garde contre le déphasage des stratégies agricoles. Après 10 à 15 ans d'une période excédentaire, les agriculteurs ont adapté progressivement leurs choix et leurs techniques de production à cet environnement relativement favorable (en particulier constitution d'un cheptel abondant) et se trouvent soudainement désarçonnés par l'arrivée d'une période déficitaire. Inversement, à la fin d'une période sèche, les généticiens ont réussi à sélectionner et à mettre sur le marché des variétés à cycle court résistantes à la sécheresse lorsqu'arrive la succession des années anormalement pluvieuses... Il est sans doute possible de réduire considérablement cette inertie des stratégies, c'est-à-dire celle des agriculteurs, des services, des chercheurs et développeurs, et de se préparer longtemps à l'avance à la période qui inéluctablement suivra celle qui caractérise le présent.

Par ailleurs, on remarque (tabl. III) que ces périodes ont des durées très variables mais généralement assez longues, ce qui amène à penser — qu'à défaut d'un système de prédiction annuelle — les stratégies que nous avons décrites ci-avant pourraient être adoptées pour plusieurs années consécutives avec un risque limité de se tromper (environ une année sur quatre). En fait, les séries chronologiques dont on dispose sont trop courtes pour extrapoler avec sécurité ces observations dans le futur et les traduire en termes de recommandations agricoles. Par contre, on saisit tout l'intérêt qu'il y aurait à s'intéresser davantage au déterminisme de cette alternance de périodes excédentaires et déficitaires dont on pressent qu'il résulte du rythme de l'activité solaire, des grands mouvements de la circulation atmosphérique à la surface du globe, et



TABLEAU III  
Caractéristiques des périodes présentant des pluviosités annuelles « excédentaires » ou « déficitaires » à Ouahigouya, Fada N'Gourma et Bobo Dioulasso

	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	
<b>OUAHIGOUYA</b>									
Nature des périodes	← 26 27					68 69 →		87	
	Déficit.		Excédentaire			Excédent.		Déficit.	
Durée des périodes			42 ans					19 ans	
Nbre (N) d'années complètes			41					16	
Nbre (n) d'années présentant le caractère dominant de la période			30					13	
Pourcentage : $\frac{n}{N} \times 100$			73 %					81 %	
<b>FADA N'GOURMA</b>									
Nature des périodes	← 21				50 51		69 70		87
	Déficitaire		Excédent.			Excédent.		Déficit.	
Durée des périodes			30 ans					18 ans	
Nbre (N) d'années complètes			29					17	
Nbre (n) d'années présentant le caractère dominant de la période			21					14	
Pourcentage : $\frac{n}{N} \times 100$			72 %					82 %	
<b>BOBO DIOULASSO</b>									
Nature des périodes			33 34		44 45		70 71		87
	Excédent.		Déficit.		Excédentaire		Excédent.		Déficit.
Durée des périodes			11 ans		26 ans				17 ans
Nbre (N) d'années complètes			9		26				17
Nbre (n) d'années présentant le caractère dominant de la période			7		16				14
Pourcentage : $\frac{n}{N} \times 100$			78 %		62 %				93 %

de facteurs locaux tels que topographie, albédo, rugosité,... On en est encore dans ce domaine à l'élaboration de modèles théoriques dont la fiabilité reste à vérifier. Les meilleurs espoirs d'obtention d'une méthode permettant de choisir la bonne stratégie agricole semblent se trouver actuellement dans les recherches conduites pour la mise en place d'un système de prédiction annuelle à moyen terme.

## 1.2. Prédiction à moyen terme et stratégies agricoles

Nous faisons référence ici à des recherches conduites à Lannion (France) par une équipe de l'ORSTOM et du centre de Météorologie Spatiale (Météorologie Nationale) sur le déterminisme des précipitations en Afrique de l'Ouest (J. P. LAHUEC *et al.*, 1986 ; CARN *et al.*, 1987).

Ces chercheurs utilisent l'imagerie satellitaire disponible pour suivre la position et l'activité des grands moteurs de la circulation générale de

l'atmosphère et le déplacement des masses d'air au-dessus de l'Afrique de l'Ouest afin d'élucider les mécanismes qui conduisent aux chutes de pluie.

Des résultats ont déjà été obtenus en ce qui concerne l'explication de la formation des « amas convectifs », c'est-à-dire de nuages à sommets froids susceptibles d'engendrer des pluies. Par contre les raisons qui font que ces amas convectifs donnent ou ne donnent pas naissance à des précipitations ne sont pas totalement élucidées. Les climatologues (JANICOT & FONTAINE, 1987 ; HISARD, 1987) estiment qu'environ 70 % des précipitations de l'Afrique de l'Ouest proviennent des lignes de grains. Par ailleurs, ils considèrent comme bien établi que le Jet d'Est Tropical (TEJ) et le Jet d'Est Africain (AEJ) — qui constituent des circulations rapides d'air d'est en ouest, et qui coexistent au-dessus de l'Afrique de l'Ouest, vers 12 000 et 3 000 m d'altitude respectivement — déterminent au-dessus de cette région une structure verticale du champ de vent ayant une influence fondamentale sur le développement de ces lignes de grains.

Ainsi il semble bien que la sécheresse au Sahel soit également sous la dépendance des anomalies de la structure verticale du champ de vent bien au-dessus du seul flux de la mousson africaine de sud-ouest.

Enfin, il se confirme (MOREL, 1988) que la topographie (collines, vallées,...) joue un rôle important dans le déterminisme des précipitations, ce qui complique encore la mise au point d'un système de prédiction et rend sans doute nécessaire la régionalisation de l'analyse.

Il faudra probablement encore plusieurs années de recherches pour arriver à une explication satisfaisante du déterminisme des pluies sur l'Afrique de l'Ouest. Pour l'instant, il faut remarquer qu'une prédiction faite seulement un mois avant le début de la saison des pluies serait suffisante pour mettre en place une stratégie agricole bien adaptée au type de saison des pluies attendue : choix des cultures et variétés, préparation du terrain, niveau d'intensification (fumure de fond, densité de semis,...), surface mise en culture,... D'autre part, une prédiction qui s'avérerait exacte trois années sur quatre constituerait déjà un magnifique outil pour améliorer les résultats de l'agriculture sahélienne.

### **1.3. Analyse fréquentielle et stratégies agricoles**

L'analyse fréquentielle constitue une méthode très utile pour définir ou préciser une stratégie agricole. Nous avons vu, au moins en ce qui concerne la zone sahélo-soudanienne, l'intérêt qu'il y aurait à déterminer trois stratégies agricoles : une pour les années déficitaires, une autre pour les années excédentaires et une troisième pour les années moyennes. Le choix d'une telle stratégie revêtira toujours la forme d'un pari que l'on est jamais certain de gagner car d'une part, l'on ne disposera sans doute jamais d'un système de prédiction infailible du type de saison des pluies attendue et d'autre part, il existe une grande variabilité interannuelle à l'intérieur même des trois groupes constitués, en particulier en ce qui concerne la répartition des précipitations au cours de la saison pluvieuse.

A ce pari, l'analyse fréquentielle apporte une réponse appropriée en termes de probabilités d'obtention des quantités d'eau dont on estime avoir besoin au cours du cycle cultural (fréquences au dépassement de ces quantités d'eau).

Pour une première approche, purement agro-climatique des besoins en eau des cultures, on choisit généralement deux seuils hydriques qui correspondent à l'évotranspiration potentielle (ETP) et à ETP/2. Bien que les besoins maximaux en eau d'une culture puissent être supérieurs à l'ETP lorsque l'on se trouve en présence d'un apport important d'énergie advective, l'on considère

que les précipitations supérieures ou égales à ETP permettent une alimentation hydrique correcte des cultures lors des phases qui correspondent à la fois à un développement important du système foliaire et à une grande sensibilité au manque d'eau (floraison et remplissage des grains pour les céréales, par exemple). De son côté, la quantité d'eau correspondant à ETP/2 représente assez bien la consommation hydrique minimale en dessous de laquelle la culture aura du mal à survivre et à assurer un minimum de production, sauf en début et en fin de cycle où les besoins en eau sont généralement voisins ou même inférieurs à ETP/2.

Pour une analyse plus fine du bilan hydrique, spécifique d'une culture particulière, les besoins en eau à satisfaire peuvent être définis comme une fraction  $k \cdot ETP$  de l'ETP, variable en fonction du stade de développement de la variété considérée et des objectifs de production visés.

Ce type d'analyse fréquentielle s'effectue généralement en choisissant un pas de temps de 5 à 10 jours qui s'avère pertinent pour le suivi de l'alimentation hydrique des cultures et pour la prise de décisions concernant les interventions culturales.

Reprenant, à titre d'exemple, les données de Fada N'Gourma, les figures 5 et 6 donnent l'évolution au cours de l'année des probabilités que les pluies

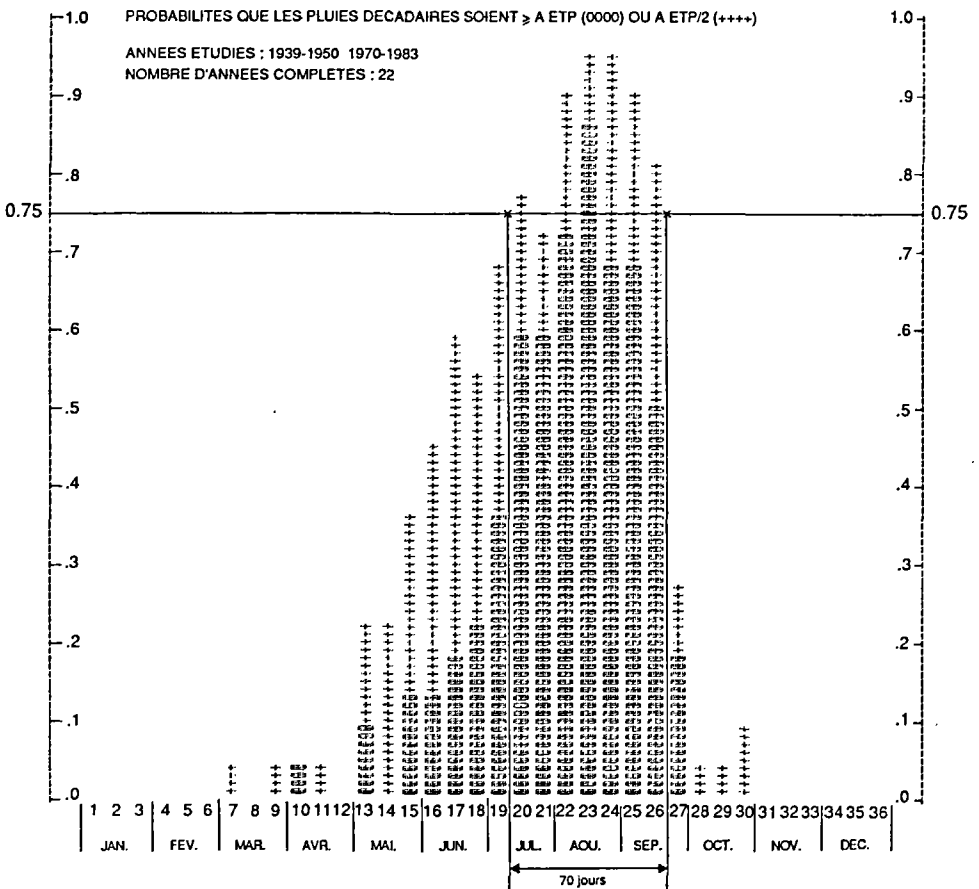


FIG. 5. — Période climatique de culture en années déficitaires à Fada N'Gourma

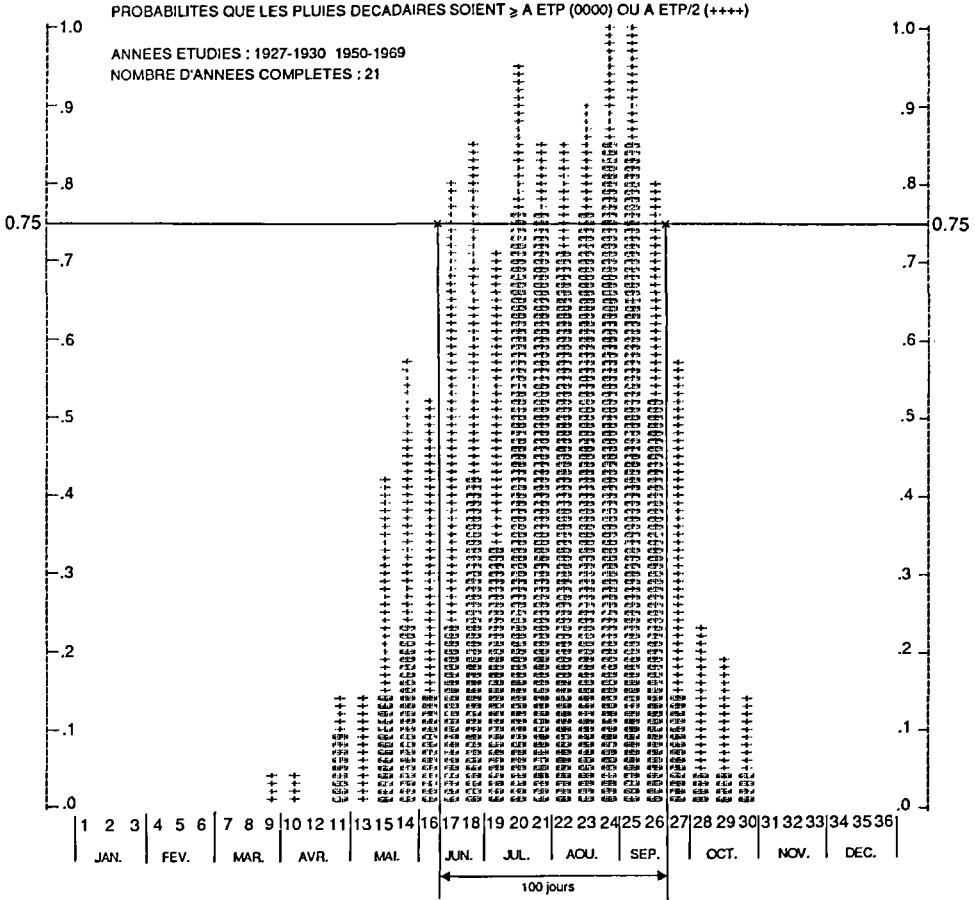


FIG. 6. — Période climatique de culture en années excédentaires à Fada N’Gourma

décadaires soient supérieures ou égales aux ETP et aux ETP/2 décadaires. Ces probabilités (ce sont en réalité des fréquences observées que l’on considère comme des estimations des probabilités correspondantes) ont été calculées sur des échantillons de totaux pluviométriques décadaires provenant d’une vingtaine d’années appartenant exclusivement soit à une période déficitaire (fig. 5), soit à une période excédentaire (fig. 6), telles qu’elles ont été définies à partir de l’examen de la série chronologique de Fada N’Gourma (fig. 2).

On peut déterminer ainsi une période climatique de culture en régime pluvial qui est constituée des décades consécutives pour lesquelles les probabilités que les pluies soient supérieures ou égales à ETP/2 sont elles-mêmes supérieures ou égales à un seuil qui traduit le risque que l’agriculteur est prêt à assumer. On a pris ici un seuil de 0,75, norme souvent utilisée, qui signifie que pour chacune des décades de la période climatique de culture, on obtiendra au moins trois années sur quatre, des pluies supérieures ou égales à ETP/2. Ces probabilités ne sont bien évidemment pas indépendantes les unes des autres. Les figures 5 et 6 indiquent clairement, aussi bien pour les années excédentaires que pour les années déficitaires, une installation assez progres-

sive de la saison des pluies qui, par contre se termine très rapidement en 2 ou 3 décades. Pour la délimitation de la période climatique de culture, on peut donc ne s'intéresser qu'aux premières et aux dernières décades de celle-ci.

La période *réelle* de culture se déduit de la période *climatique* de culture en y ajoutant quelques décades supplémentaires en fonction de l'aptitude des sols considérés à restituer à la culture, à la fin de la période climatique, l'eau stockée en réserve durant la saison pluvieuse. Si l'on compare des situations correspondant à des sols très différents, il faut donc utiliser la notion de période réelle de culture. Si, comme c'est le cas ici, on se livre à la comparaison de conditions pluviométriques en un même lieu, il est plus simple de se servir du concept de période climatique de culture.

Ainsi, en ce qui concerne les périodes déficitaires (fig. 5), on détermine une période climatique de culture de l'ordre de 70 jours qui commence vers le 10 juillet, tandis que pour les années excédentaires (fig. 6) la période climatique de culture dure environ 100 jours et commence vers le 10 juin, soit un mois plus tôt. Même si la variabilité interannuelle entraîne de nombreuses et importantes fluctuations autour de ces deux schémas qui correspondent à une vision interannuelle (moyenne) de la réalité, ces derniers mettent en évidence des différences très nettes entre périodes déficitaires et excédentaires dont on peut facilement imaginer l'incidence sur la définition des stratégies agricoles en particulier en ce qui concerne le choix de variétés ayant une longueur de cycle végétatif bien adapté à la climatologie et la détermination des dates optimales du calendrier cultural.

Dans l'exemple précédent, la période de culture a été définie par rapport au seul risque de sécheresse *climatique*. On peut de la même manière, mais à partir du calcul des fréquences d'occurrence de grêle, de températures minimales inférieures à  $-2^{\circ}\text{C}$ , des déficits hydriques du sol supérieurs à un certain seuil,... définir des périodes de culture par rapport au risque de grêle, au risque de gelée, au risque de sécheresse *édaphique*,... respectivement.

Lorsque plusieurs risques climatiques peuvent apparaître au cours d'une même saison, il est également possible de définir une période de culture vis-à-vis de l'ensemble de ces risques qui correspond donc à la succession des décades pour lesquelles la probabilité de voir apparaître l'un ou l'autre de ces risques reste en dessous d'un niveau jugé acceptable (M. ELDIN, 1986). Il est clair qu'une telle analyse permet de bien préciser dans le temps et dans l'espace le champ et les modalités des spéculations agricoles possibles, c'est-à-dire celles qui — pour une période de plusieurs années — ont les meilleures chances de conduire à une production convenable.

## 2. RISQUES CLIMATIQUES ET TACTIQUES AGRICOLES

Il s'agit ici de risques qui apparaissent au cours de la période de culture, et qui impliquent une prise de décision rapide de la part de l'agriculteur. Une stratégie agricole a été mise en place pour l'année en cours et il n'est plus possible d'en changer mais, par des choix tactiques bien adaptés à la conjoncture météorologique, l'agriculteur essaye de minimiser les effets néfastes des risques encourus.

### 2.1. Typologie de la saison des pluies et tactiques agricoles

Certains auteurs : STEWART I. J. et HASH C. T. (1982) pour les zones semi-arides du Kenya, FRANQUIN P. (1984) pour les pays du Sahel ont tenté

d'établir une typologie de saisons des pluies en recherchant une relation statistique entre d'une part la précocité et/ou l'abondance du début de la saison des pluies (4 à 8 premières semaines) et d'autre part la durée et/ou l'abondance de la saison des pluies dans son ensemble.

Lorsqu'une telle relation existe en un lieu ou une région donnés, on dispose alors d'un moyen de prédiction à court terme qui peut guider l'agriculteur pour le choix des façons culturales à entreprendre : si les premières pluies laissent présager une saison des pluies non déficitaire, il s'orientera vers une prise de risque plus grande et essaiera d'améliorer les rendements de ses cultures par un apport plus important d'intrants et de temps de travail. À l'inverse, une prédiction pessimiste l'encouragera à adopter une tactique prudente et à choisir des interventions susceptibles de permettre aux plantes de tirer parti des faibles quantités d'eau attendues : éclaircissage, désherbage, binage, mulching,...

Travaillant sur les données de 58 stations du Niger et du Burkina Faso, SIVAKUMAR M. V. K. (1988) a trouvé une bonne corrélation entre la date d'installation de la saison des pluies et sa durée. Un minimum de 20 mm en 3 jours consécutifs non suivis, pendant 1 mois, d'une période sèche de plus de 7 jours détermine la date d'installation de la saison des pluies.

## **2.2. Analyse fréquentielle et tactiques agricoles**

L'analyse fréquentielle n'est pas utilisée ici de façon identique à celle que nous avons présentée ci-avant, c'est-à-dire pour une description interannuelle des risques climatiques conduisant à l'élaboration d'une stratégie agricole convenable, mais pour répondre à des questions qui se posent à l'agriculteur au cours d'une année particulière, dans un contexte météorologique donné. Un des exemples les plus classiques de ce genre de choix tactique est celui qui concerne la date de semis. La possibilité d'un semis est souvent dictée par la météorologie et en particulier, en zone sèche, par l'obtention d'une pluie suffisante. Si cette pluie est précoce, l'agriculteur se demande si d'autres précipitations se produiront au cours des 2 ou 3 semaines qui suivent le semis de façon à assurer la levée des plantes semées. Si cette première pluie est tardive, l'agriculteur se demande si la saison des pluies sera assez longue pour que la variété semée puisse achever son cycle dans de bonnes conditions et produire une récolte satisfaisante. Il se demande aussi, compte tenu de la date effective de ce semis précoce ou tardif par rapport à la normale, quel est le risque d'occurrence d'une gelée ou d'une sécheresse qui, se produisant à un stade phénologique critique du développement de la culture, compromettrait tout ou partie de la récolte.

A toutes ces questions et d'autres du même genre, l'analyse fréquentielle apporte une réponse adaptée, exprimée en termes de probabilité que l'événement météorologique espéré (pluie, chaleur, lumière,...) ou redouté (froid, sécheresse, excès d'eau, grêle, vent, échaudage,...) se produise effectivement. Cette donnée objective permet à l'agriculteur de décider des risques qu'il accepte ou qu'il refuse de prendre.

Cette méthode est couramment utilisée en irrigation complémentaire pour déterminer la probabilité qu'une précipitation d'une certaine importance se produise au cours d'une période donnée et rende ainsi inutile ou même néfaste un apport d'eau par irrigation juste avant ou pendant cette même période (FRANQUIN & SICOT, 1986).

De la même manière, LHOMME & MONTENY (1981) ont appliqué l'analyse fréquentielle à l'étude de la culture du riz pluvial et de l'arachide dans le centre

de la Côte d'Ivoire, pour calculer en fonction des dates de semis possibles les probabilités que ces cultures bénéficient grâce aux précipitations d'une alimentation hydrique convenable au cours de la levée, au cours de la floraison (période particulièrement sensible au manque d'eau) et pendant la phase de maturation.

Il faut cependant noter que la validité des résultats de cette analyse fréquentielle dépend de la taille des échantillons sur lesquels on travaille et bien sûr de la qualité des données de base. En zone intertropicale, la variabilité des précipitations décennales est telle que l'on estime à une vingtaine d'années la taille minimale des échantillons sur lesquels l'analyse fréquentielle peut être pratiquée valablement. Le choix d'un pas de temps plus court que la décennie entraîne une variabilité interannuelle des données encore plus forte et implique donc la constitution d'échantillons à effectifs plus élevés.

Ces quelques méthodes d'analyse des risques climatiques ne constituent bien évidemment pas une liste exhaustive des outils dont dispose l'agronome pour l'élaboration des stratégies et tactiques agricoles. Certaines de ces méthodes sont parfaitement opérationnelles et de plus en plus largement utilisées en particulier par les responsables agricoles au niveau national ou régional. D'autres, en particulier les techniques de prédiction à moyen ou long terme, nécessitent encore beaucoup de recherches pour devenir réellement utilisables. Nous en avons parlé car elles représentent un magnifique espoir pour la nécessaire intensification de l'agriculture des zones tropicales semi-arides. En effet, face à une pression démographique très forte, l'augmentation de production est souvent recherchée par le biais de l'extension des surfaces mises en culture. Cette pratique entraîne des conséquences graves à long terme : protection insuffisante des sols, érosion, raccourcissement de la durée moyenne de la jachère, perte de fertilité, diminution des superficies recouvertes d'arbustes ou utilisées comme parcours pour le bétail... Nous croyons donc qu'en dehors de la mise en œuvre de solutions de type socio-démographique, il est important de rechercher l'augmentation et la régularisation des rendements en se servant de tout l'arsenal des méthodes et techniques de l'agronome.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ALBERGEL (J.), CARBONNEL (J. P.), VAUGELADE (J.), 1985. — Aléas climatiques et production agricole : le coton au Burkina. *Acta Oecologica. Oecol. Applic.*, Vol. 6, n° 3 : 199-211.
- ALBERGEL (J.), 1988. — Genèse et prédétermination des crues au Burkina Faso. In : *Études et thèses*. Éditions de l'ORSTOM. Paris. 341 p.
- BRUNET MORET (Y.), 1979. — Homogénéisation des précipitations. *Cah. ORSTOM, sér. Hydrol.*, Vol. XVI, n° 3 (4) : 147-170.
- CARN (M.), DAGORNE (B.), GUILLOT (B.), LAHUEC (J. P.), 1987. — Estimation des précipitations par satellite au Sahel pour la période de mai à septembre 1987. *Veille climatique Satellitaire*, Lannion, Bull. n° 20 : 26-30.
- ELDIN (M.), 1986. — Risques et potentialités climatiques pour la production agricole. *Colloques et Séminaires. Climat et Développement*, ORSTOM Paris : 179-187.
- FRANQUIN (P.), 1984. — Agroclimatologie et agrométéorologie en zone tropicale sèche d'Afrique. *Agron. Trop.*, n° 39 (4), Paris : 301-307.
- FRANQUIN (P.), SICOT (M.), 1986. — Un modèle de simulation de l'irrigation complémentaire : le système probabiliste ORACLE. Application au Sahel : l'irrigation de sécurité. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, Vol. XXII, n° 1 : 51-62.
- GROUZIS (M.), ALBERGEL (J.), 1989. — Du risque climatique à la contrainte écologique. Incidence de la sécheresse sur les productions végétales et le milieu au Burkina Faso. In : *Le risque en Agriculture. A travers champs*, ORSTOM, Paris.

- HIEZ (G.), 1986. — Bases théoriques du « vecteur régional ». Les premières applications et leur mise en œuvre informatique. In : Premières journées hydrologiques de l'ORSTOM à Montpellier. *Colloque & Séminaire*. ORSTOM, Paris.
- HISARD (P.), 1987. — Bulletin de liaison du Département TOA. ORSTOM. Montpellier, n° 14, *multigr.*
- JACKSON (J. J.), 1977. — Climate, water and agriculture in the tropics. Longman, 248 p.
- JANICOT (S.), FONTAINE (B.), 1987. — La structure du champ de vent et ses variations sur l'Ouest Africain. Sous presse.
- LAHUEC (J. P.), BELLEC (B.), DAGORNE (D.), 1986. — Convection intertropicale et pluviométrie. Essai de mise en relation pour l'Afrique de l'Ouest du 11 mai au 20 août 1985. *Veille Climatique Satellitaire*, Lannion. Bull. n° 12 : 13-19.
- LAMB (J. P.), 1982. — Persistence of Subsaharan drought. *Nature*, 299 : 46-48.
- LHOMME (J. E.), MONTENY (B.), 1981. — Une méthode d'analyse agroclimatique pour le calage des cycles culturaux en zone intertropicale. *Agron. Trop.*, Vol. XXXVI, n° 4 : 334-338.
- MILLEVILLE (P.), 1989. — Activités agro-pastorales et aléa climatique en région sahélienne. In : Le risque en Agriculture. *À travers champs*, ORSTOM Paris.
- MOREL (R.), 1988. — Remarques à propos de l'effet des facteurs locaux sur la baisse de pluviométrie observée en Afrique de l'Ouest sur le Sahel. *Veille Climatique Satellitaire*, Lannion. Bull. n° 23 : 23-28.
- OLIVRY (J. C.), 1983. — Le point en 1982 sur la sécheresse en Sénégal et aux Iles du Cap Vert. Examen de quelques séries de longues durées (débits et précipitations). *Cah. ORSTOM, sér. Hydrol.* Vol. XX, n° 1 : 47-69.
- SICOT (M.), 1989. — Contraintes et risques hydriques encourus par l'activité agro-pastorale au Sahel. Exemple de la Mare d'Oursi au Burkina Faso. In : Le risque en Agriculture. *À travers champs*, ORSTOM Paris.
- SIVAKUMAR (M. V. K.), 1988. — Predicting rainy season potential from the onset of rains in southern sahelian and sudanian climatic zones of west africa — *Agricultural and Forest Meteorology*, 42 (4) : 295-305.
- SNIJDERS (T. A. B.), 1986. — Improving estimators of crop yield distribution by the use of historical rainfall data. Proceeding Third International Conference on Statistical Climatology. Vienna, 23-27 June, 5 p.
- SNIJDERS (T. A. B.), 1986. — Interstation correlations and nonstationarity of Burkina Faso rainfall. *Journal of climate and applied Meteorology*. Vol. 25 : 524-531.
- STEWART (I. J.), HASH (C. T.), 1982. — Impact of weather analysis on agricultural production and planning decisions for the semi-arid areas of Kenya. *J. Appl. Meteorol.*, 21 (4) : 477-494.

#### NOTE

1. Les données pluviométriques utilisées dans cet article sont extraites du fichier des pluies journalières de l'Afrique de l'Ouest réalisé par les hydrologues de l'ORSTOM dans le cadre d'une convention passée avec le Comité Inter-africain d'Études Hydrauliques (CIEH) en ce qui concerne les années antérieures à 1984 et des publications du Département d'Agrométéorologie de la Météorologie Nationale du Burkina Faso pour les dernières années. Les pluviosités annuelles de certaines années incomplètes ont été estimées en remplaçant la pluie de la décade ou du mois absent par la normale décadaire ou mensuelle correspondante, chaque fois que cette décade ou ce mois présentait une normale inférieure à 10 mm (mois de décembre, janvier et février principalement) et qu'une seule valeur décadaire ou mensuelle était manquante pour l'année considérée. La probabilité que cette estimation entraîne une erreur supérieure à 10 mm sur le total pluviométrique annuel correspondant est inférieure à 5 %. Grâce à ce procédé, nous avons pu obtenir des séries chronologiques presque complètes pour la période 1920-1987. Ces données n'ont pas fait l'objet d'une critique systématique et l'exactitude de certains totaux annuels est sans doute sujette à caution. On peut cependant espérer que les résultats de l'étude interannuelle globale qui est faite ici restent valables dans leur ensemble. De toutes manières, l'exposé se veut surtout méthodologique.





# Systemes de culture et érosion<sup>1</sup>

## L'état de surface du sol, indicateur des risques d'érosion liés aux systemes de culture

Dominique HERVÉ \*

### INTRODUCTION

Lorsqu'à partir de très grands impluviums, le ruissellement est concentré dans des zones préférentielles : les traces de roues d'engins agricoles canalisent l'eau de ruissellement dans les talwegs transversaux, il n'est pas nécessaire que l'intensité des pluies ou que la pente soient fortes pour qu'on observe localement des signes d'érosion intense.

Tel est le cas de régions de grande culture du nord-ouest de la France, à climat océanique, où les pluies sont abondantes mais peu intenses et les pentes sont faibles mais longues du fait d'un substrat crayeux à modelé légèrement ondulé et d'une évolution qui date de ces vingt dernières années caractérisée par le remembrement du parcellaire et le retournement des prairies (MONNIER *et al.*, 1986). Cette évolution collective entraîne des dégâts de coulées boueuses dans les villages de fond de talweg, facilitées par l'absence de fossés de drainage au bord des routes. Il est demandé aux agriculteurs d'y remédier individuellement, par une meilleure gestion de leurs parcelles de culture. Dans le cas étudié, l'état des surfaces cultivées joue un rôle considérable sur les processus érosifs puisqu'il commande les modalités d'apparition et de concentration du ruissellement. Or, la conduite des systèmes de culture détermine une succession dans le temps de perturbations de l'état de surface, par fragmentation sous l'effet du travail du sol, par compactage par les engins agricoles et par dégradation structurale sous pluies (battance) ; cette dernière étant influencée par la couverture végétale.

Dans l'équation de WISCHMEIER et SMITH (1965), l'influence des systèmes de culture est exprimée par l'intermédiaire du facteur K, l'érodibilité qui prend en compte la teneur en matière organique du sol, ses caractéristiques physiques et celles du profil, et du facteur C dont les variations sont essentiellement déterminées par le calendrier de recouvrement du sol, la quantité et le mode de gestion des résidus de récolte (WISCHMEIER, 1960). Dans ces travaux, l'état de surface du sol n'est pas explicitement pris en compte et l'on distingue mal les

---

1. Le travail de terrain, réalisé durant la campagne 84-85, fait partie de la recherche menée par l'INAPG dans le pays de Caux, sous la direction de J. BOIFFIN.

\* Mission ORSTOM en Bolivie, Casilla postal 8714, La Paz, Bolivie.

processus déterminant respectivement la naissance du ruissellement, les modalités de concentration et l'érosivité des écoulements concentrés (BOIFFIN *et al.*, 1986). De plus, notre but n'est pas d'évaluer des pertes en terre, mais plutôt de prévoir le démarrage du ruissellement. J. BOIFFIN (1984) a mis en évidence une corrélation entre la diminution de l'infiltrabilité et les processus de transformation morphologique des couches superficielles de sols limoneux, sous pluies. Ceux-ci se réalisent suivant des phases successives de dégradation correspondant au colmatage de la surface par la terre transférée et à l'extension de plaques continues, que l'on peut dater grâce à des critères simples de description morphologique des états de surface. En pays de Caux, l'importance des cultures fourragères et la succession céréales d'hiver, cultures de printemps (lin, betterave sucrière, pomme de terre, maïs, pois) offrent une grande diversité de couverts végétaux et de périodes de recouvrement. Dix exploitations y ont été choisies, qui ont fait l'objet d'une étude de variabilité de leur fonctionnement afin de réaliser un échantillonnage des parcelles sur lesquelles les risques d'érosion sont appréciés par un suivi des états de surface au printemps et à l'automne.

## 1. PRINCIPE DE LA DÉMARCHE

### 1.1. États de surface et érosion

Les pertes en terre sont le résultat d'un système continu de détachement, transport et dépôt. Pour en comprendre l'origine, il nous faut analyser l'influence des états de surface sous un triple aspect :

- l'apparition d'excès d'eau en surface lorsque l'intensité de l'épisode pluvieux (I) est supérieure à l'infiltrabilité du sol (i) ;
- le début du ruissellement, lorsqu'est dépassée la capacité de stockage de l'eau en surface, dans la microrugosité, les empreintes de roues et le couvert végétal :

$$(I - i) T > D$$

Avec : i = infiltrabilité (mm.h<sup>-1</sup>)

T = durée (en heure) de l'épisode pluvieux d'intensité I

D = détention superficielle (mm).

- les modalités de circulation des écoulements concentrés selon la disposition des talwegs, la pente et la longueur de la pente.

Les pluies du pays de Caux n'ont pas l'intensité et la durée suffisante pour saturer les cinq premiers centimètres correspondant au lit de semence, même aux périodes à risques (MONNIER *et al.*, 1986). L'infiltrabilité est essentiellement gouvernée par la structure de la proche surface (5-10 mm) et son état hydrique.

L'infiltrabilité augmente brutalement après fragmentation par les outils de travail du sol (BURWELL et LARSON, 1969) ou après des phases successives d'humectation dessiccation qui fissurent la croûte superficielle. Par contre, la compaction par les engins agricoles accroît la densité et diminue la porosité totale, ce qui accélère la vitesse de dégradation structurale sous pluies. L'excès d'eau apparaîtra plus rapidement sur les traces de roues qui serviront de canaux d'écoulement du ruissellement (YOUNG, VOORHEES, 1982). Sous l'effet de la battance, l'infiltrabilité diminue rapidement de 30-40 mmh<sup>-1</sup> à 5-15 mmh<sup>-1</sup>, lorsque se forme une croûte structurale constituée des particules

provenant du splash<sup>2</sup> (phase I) puis plus lentement jusqu'à  $1 \text{ mmh}^{-1}$ , phase II caractérisée par une croûte sédimentaire provenant du tri des particules en suspension. Les résultats obtenus dans le pays de Caux montrent qu'un excès d'eau d'environ 5 mm est nécessaire au déclenchement de la phase II. Selon la rugosité et l'infiltrabilité, il pourra être atteint par des épisodes pluvieux différents (intensité, hauteur d'eau) (cf. annexe 1).

### **1.2. Étapes de la démarche**

Nous observons sous pluies des parcelles dont l'état de surface est connu pour dater et chronométrer le début de l'apparition de flaques, qui traduit un excès d'eau et le début du ruissellement. En confrontant ces données avec les relevés du pluviographe, hauteur d'eau et intensité des événements pluvieux en fonction du temps, nous en déduisons des références sur les relations entre état de surface et infiltrabilité, qui nous permettent de classer les états de surface selon les risques d'excès d'eau.

Ces surfaces dont l'état évolue au cours du temps, sont gérées par des centres de décision différents, les parcelles cultivées d'un bassin versant n'appartenant pas nécessairement à la même exploitation. C'est pourtant à l'échelle du bassin versant que l'on évaluera des risques d'érosion.

Nous caractérisons l'état de surface, résultat à un moment donné de la mise en œuvre d'un système de culture dans une parcelle, par des paramètres descriptifs qui conditionnent l'infiltrabilité et la détention superficielle (cf. 1.4). Pour couvrir la gamme de variation existante, dans le temps et l'espace, la voie d'enquête est privilégiée : après un inventaire des surfaces le plus exhaustif possible, les observations sont concentrées sur un cycle cultural, rapides mais nombreuses et répétées dans le temps.

Des systèmes de culture variés peuvent produire des états de surface similaires, regroupés en types d'états de surface que l'on classe par rapport aux risques d'érosion.

### **1.3. Choix des situations et méthodes d'observation**

Nous avons choisi dix exploitations de taille variable (SAU de 26 à 140 ha) présentant des systèmes de production contrastés vis-à-vis de l'érosion. Leur variabilité porte sur la STH (surface toujours en herbe), la présence ou non d'élevage, le pourcentage de cultures de printemps dans l'assolement, la gestion des intercultures : culture de printemps — culture de printemps et culture d'hiver — culture de printemps. L'échantillon biaisé vers les grandes surfaces, n'est pas statistiquement représentatif mais permet un inventaire exhaustif des états de surface.

Du fait de leur proximité relative, les parcelles ont été regroupées pour l'analyse en deux sites localisés dans la pointe du Havre, dont l'un au nord couvrirait la plus grande partie d'une commune, avec une pluviosité légèrement supérieure à celle du sud. La diversité intra-site est essentiellement imputable à des choix techniques et non à des hétérogénéités du sol ou du climat.

Afin de recenser le plus grand nombre possible d'états de surface dans le temps le plus court possible, les dates d'inventaire et de suivi sont choisies de

---

2. Détachement de particules élémentaires sous l'impact des gouttes de pluie et projection à une distance centimétrique à métrique.

manière à encadrer (avant, pendant, après) les phases importantes de transformation de ces états par des successions d'opérations culturales, soit : en fin d'hiver (mars 85) avant l'installation des cultures de printemps et, en fin d'été (octobre 85) avant les semis de blé.

Au printemps, un échantillon de 35 parcelles types a été constitué à partir d'une enquête portant sur la succession de culture, l'itinéraire technique prévu, l'intensité de la dégradation structurale en hiver, suite aux chantiers de récolte, le régime d'entretien organique, autant de facteurs probables de variation des conditions de démarrage du ruissellement. Des comparaisons sont possibles entre parcelles variant par un paramètre du système de culture.

À l'automne, le suivi a porté sur un échantillon de 20 parcelles semées en blé à des dates échelonnées dans le temps. L'inventaire des états de surface et des observations après chaque opération culturale jusqu'au semis sont réalisés à l'échelle de la parcelle. Une fois exclus les bordures, les talwegs et les zones de dépôt de matériel érodé, des zones homogènes sont identifiées, perpendiculaires à l'orientation des trains de roues superficielles et des modelés créés par les outils. Elles correspondent à la largeur de travail de l'outil lorsque l'opération culturale est récente (bandes de labour, cannelures des outils à dent) ou à des états de dégradation structurale différenciés sous l'influence des événements pluvieux.

Ces zones homogènes font l'objet d'observations rapides à l'échelle du champ visuel soit 1 m par 1,50 m environ avec 3 répétitions par zone. A partir du semis, deux à trois placettes sont installées sur un nombre limité de parcelles types et observées tous les 10 mm de pluies environ, visuellement et par photographie à la verticale, afin de dater la dégradation de l'état de surface. Les clichés permettent des mesures de superficies de recouvrement plus précises. Lorsque les variations entre opérateurs sont réduites par la confrontation systématique des résultats, l'observation visuelle permet d'obtenir une précision de l'ordre de 10 %, suffisante pour mettre en évidence des différences entre les grands types d'état de surface. Une précision de 5 % exige une certaine expérience.

#### 1.4. Protocole de description des surfaces

##### 1.4.1. VARIABLES LIÉES AU COMPORTEMENT SOUS PLUIES

Les observations portent sur trois grandes rubriques :

— *Le recouvrement du sol* par les cailloux, les adventices, les résidus de récolte et la culture en place. La couverture du sol joue un rôle protecteur en limitant le détachement des particules sous l'impact des gouttes de pluies mais surtout en divisant la lame ruisselée, ce qui ralentit la circulation de l'excès d'eau et augmente la largeur d'écoulement (LAFLEN et COLVIN, 1981). La tendance à surévaluer le recouvrement exprimé en pourcentage de la surface totale est corrigée lorsqu'on estime aussi le pourcentage de sol nu.

— *Le stade d'évolution de la battance* que nous caractérisons par la phase de dégradation de l'état de surface. A l'état fragmentaire (phase 0) on relève le taux de recouvrement par différents calibres de mottes (les modalités sont les suivantes : moins de 2 mm, moins de 1 cm, moins de 3 cm, plus de 5 cm et plus de 10 cm) puis par des plaques continues (phase I). Pour la phase II, on relève le pourcentage de zones de départ et de dépôt. À chaque phase correspond une fourchette d'infiltrabilité (cf. 1.1.).

Or, l'infiltrabilité du sol humide est corrélée directement à une variable

**TABLEAU I**  
**TYPLOGIE DES ÉTATS DE SURFACE**

culture en place : présence/absence travail du sol récent oui/non nature de l'interculture engrais vert : oui/non	culture en place		Intercultures sans travail du sol récent				Intercultures avec travail du sol récent					
			culture d'hiver culture de printemps		engrais vert		culture de printemps culture de printemps		culture de printemps culture de printemps			
classes de surface	A		B		C		D		E		F	
	observat. fin hiver	observat. fin été	observat. fin hiver	observat. fin été	obs. fin hiver	obs. fin été	observat. fin hiver	observat. fin été	observat. fin hiver	observat. fin été	observat. fin hiver	observat. fin été
Pourcentage de recouvrement par la culture et/ou les résidus de récolte, en % de surface totale	blé hiver (colza)	betterave sucièrè p.de t.	blé non déchaumés (fin inter culture)	blé non déchaumés (début inter culture)	RGI TI navette avant BS, Pdt	engrais vert sur lin ou blé	cultures de print. non déchaum. (fin inter culture)	cultures de print. non déchaum. (début inter culture)	déchauma. blés tardif	déchauma. blés post récolte	déchauma. cultures de print.	déchauma. cultures de print.
Phase de dégradation structurale												
PHASE DE DEGRADATION 0	0					1						2 L
	0.20							1 Pdt récolte		1		
	+ 20									1		
PHASE DE DEGRADATION 1	0									1	1 BS	
	0.20								2	2	3 L	2 L
	20 50								2	1		
	+ 50		billon couvert BS				1					
PHASE DE DEGRADATION II	0						2 M, Pdt				1 M	
	0.20	9					1 BS	3 L			2 M	
	20 50	5					1 Pdt					
	50 80	1	1 BS		1	4						
	+ 80		5 BS		1	1						
nb total des parcelles observées	15	6	0	2	5	2	4	4	4	6	7	4
empreintes de roues superficielles en % surface totale	6	20			11		62	45	3	0	4	0

**NOTE :** Est indiqué dans chaque case le nombre de parcelles observées présentant l'état de surface correspondant.  
Les cases hachurées correspondent à des cas de figure impossibles  
Les cases blanches, à des cas possibles, non rencontrés.

M : Maïs, L : Lin, BS : Betterave sucrière, Pdt : Pomme de terre.

mesurable au champ, le plus petit diamètre des fragments les plus fins, non encore incorporés dans des plaques continues ou  $D_{min}$ , comme l'a défini J. BOIFFIN dans sa thèse (1984). Sa détermination précise le stade de dégradation.

La densité et la nature des orifices jouent, même quand le sol est croûté, un rôle complémentaire sur l'infiltration dont nous évaluons l'importance par des observations quantitatives : maille et largeur des fissures de rétraction, par dessiccation ou gel, nature et diamètre modal des orifices d'origine structurale (interstices entre agrégats) ou d'origine biologique (galeries de vers de terre). Leur densité sera estimée sur une surface élémentaire de  $100 \text{ cm}^2$  (classe 0 : 0 orifice, classe 1 : 1 à 10, classe 2 : 10 à 40, classe 3 : plus de 40).

— *la rugosité superficielle*, estimée par le pourcentage et la taille des mottes, nous renseigne sur la détention superficielle. Mais celle-ci dépend également de l'orientation et du modelé de la rugosité qui conditionnent les possibilités de connexion entre micro-bassins versants élémentaires et du rôle de canalisation que peuvent jouer les empreintes de roues superficielles (MONTEITH, 1974).

#### 1.4.2. VARIABLES LIÉES AU SYSTÈME DE CULTURE ET AU CALENDRIER CULTURAL

On relève pour chaque parcelle, par observation directe et/ou enquête auprès de l'agriculteur des variables indiquant l'origine des états de surface précédemment décrits :

- précédent cultural,
- culture en place et date de semis,
- nature des opérations culturales précédant l'observation : travail du sol, épandage, traitement,
- orientation du travail, donc des modelés créés par les outils, par rapport à la plus grande pente et à la plus grande longueur de la parcelle,
- largeur de travail et largeur des pneus à partir desquels on calcule le pourcentage de la surface affectée par des traces de roues superficielles,
- état de surface des fourrières.

## 2. INVENTAIRE ET TRANSFORMATION DANS LE TEMPS DES ÉTATS DE SURFACE

### 2.1. Inventaire et typologie des états de surface en fin d'hiver et fin d'été

#### 2.1.1. INVENTAIRE DES TYPES

La reconnaissance des parcelles montre qu'il existe des invariants des états de surface qui dépendent avant tout des critères suivants :

- présence ou absence de culture en place,
- travail du sol récent,
- nature de l'interculture,
- présence ou non d'engrais vert.

À partir de ces critères, nous distinguons six classes de surfaces correspondant à des portions de systèmes de culture (entrées des colonnes du tableau I), pour lesquelles est calculé le pourcentage de la surface affectée par les traces de roues superficielles.

De la description des états de surface au cours des deux inventaires, en mars pour la fin d'hiver et en octobre pour la fin d'été, nous dégagons deux caractères discriminants : la phase de dégradation structurale et le pourcentage de recouvrement du sol pour constituer des classes d'états de surface (lignes horizontales du tableau I). La lecture du tableau croisé types de surfaces, états de surfaces oppose :

— des surfaces battues, en phase II, à croûte sédimentaire et faible infiltrabilité (types A, B, C, D),

— des surfaces résultant d'une opération culturale récente (déchaumage, reprise après récolte), plus ou moins dégradées selon la somme des pluies reçues, en général sans traces de roues sauf en cas d'épandage après déchaumage (types E, F).

Ces deux types de surface jouent un rôle très différent vis-à-vis de l'émission et de la concentration du ruissellement donc, vis-à-vis des risques d'érosion. Il suffira en effet d'une pluie de faible intensité pour que les premières (en phase II) ruissellent, quelque soit leur couverture végétale :

— variable de 10 à 70 % selon la croissance du blé en sortie d'hiver et plus élevée en fin de végétation de betterave sucrière et pomme de terre pour le type A,

— très couvrante pour les blés non déchaumés (type B) et les engrais verts (type C),

— faible ou inexistante dans le type D.

La couverture végétale, installée plus lentement que ne se dégrade la surface, freine les écoulements sans empêcher le passage en phase II. Une autre variable discrimine les types A à D, le pourcentage de la surface affectée par les traces de roues superficielles, qui détermine les modalités de concentration du ruissellement.

Les traces de roues sont peu abondantes sur blé (type A) car les épandages d'azote et les traitements phytosanitaires se font roues dans roues. Elles sont plus nombreuses sur engrais vert (type C) ; les épandages d'effluents organiques, lorsqu'ils existent, bénéficient de l'amélioration de la portance.

Le type D se distingue par un sol très tassé héritant des conditions de récolte de la culture de printemps.

### 2.1.2. VARIABILITÉ INTRA-TYPES

#### *Type A : culture en place*

On observe en fonction de la date de semis du blé le pourcentage de recouvrement par la végétation en fin d'hiver et la dégradation structurale de la surface, mesurée par l'indice  $D_{min}$  (fig. 1).

Les blés précoces semés en octobre sont les plus couvrants, ce qui n'empêche pas la surface d'être dégradée ( $D_{min}$  élevé, faible rugosité) si bien que la période d'émission du ruissellement est en définitive plus longue que pour un blé tardif. Les semis tardifs de blé derrière betterave sucrière, en novembre et en début décembre comportent également des risques d'érosion. La récolte de betterave laisse en effet une surface dégradée, à une époque où les pluies agressives sont fréquentes.

De plus, le désherbage à l'automne des blés précoces laisse des empreintes de roues (4 à 12 % de la surface) pouvant concentrer les ruissellements émis la



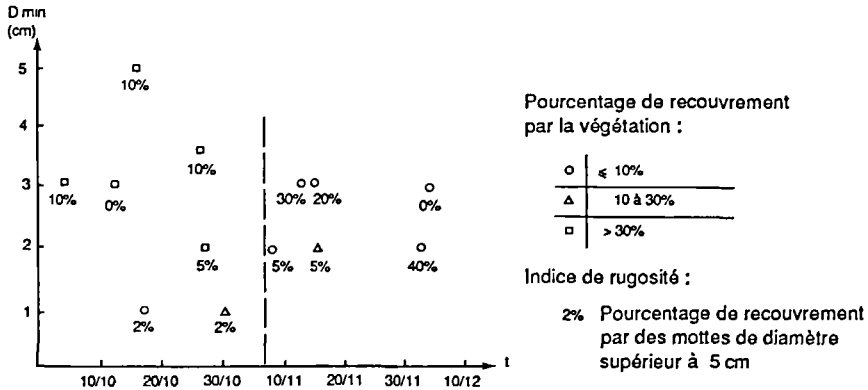


FIG. 1. — Diamètre minimum des éléments structuraux, en fonction de la date de semis du blé

dernière décade de novembre, environ trois mois avant les blés tardifs, qui ne seront désherbés qu'en mars. S'il est difficile d'augmenter la vitesse d'établissement du couvert végétal (qualité du lit de semence, fertilisation), il est toujours possible d'effacer les traces de roues superficielles en montant des dents derrière les roues de tracteur ou de les éviter en réalisant le désherbage de prélevée, avant le semis.

En fin d'été, par contre, les forts recouvrements (+ de 50 %) par les betteraves sucrières ou pommes de terre maintiennent en phase I des portions de surface sous végétation qui ont été binées ou billonnées.

L'effet protecteur de la couverture végétale ne s'exteriorise que lorsqu'un recouvrement de l'ordre de 50 % est obtenu avant la phase de croûte sédimentaire (phase II). Il dépendra du type de sol et des caractéristiques des événements pluvieux.

*Type B : interculture hiver-printemps non déchaumé*

À la récolte du blé, la paille est soit enlevée s'il existe un élevage, soit broyée. Sur les surfaces non déchaumées, les pailles droites et couchées retardent la circulation du ruissellement diffus et stockent superficiellement l'eau en excès.

*Type C : engrais vert*

À la mi-mars (14 à 20/03) les parcelles en engrais vert semé sur blé ou lin ont un taux de recouvrement similaire au blé récolté (cf. tableau II).

Le recouvrement du sol est maximum lorsque :

TABLEAU II

Interculture	outil de déchaumage	Engrais vert	date de semis engrais vert	% recouvrement du sol			% surface affectée par roues superficielles
				culture adventices	résidus récolte		
Blé - BS	Rotovator	Trèfle Incarnat	fin 09	60	0	-10	0
Blé - pdt	Soc	Trèfle Incarnat	fin 09	60	5	10	6
Lin - pdt	Soc	Trèfle Incarnat	30/10	40	35	0	29
Lin - BS + succession la plus fréquente	Dent	Ray Grass italien	avant le 15/09	90	2	0	20

— des résidus de récolte (chaumes de blé) sont laissés en surface, ce qui est de toute façon assuré lorsqu'on déchaume au rotovator ou bien lorsque les repousses de lin et les adventices sont abondants.

— l'espèce fourragère choisie a une vitesse d'installation rapide dont les exigences thermiques sont en accord avec les dates de semis et de retournement déterminées par la succession. Le ray grass italien assure à la même date une couverture du sol supérieure au trèfle incarnat, ce qui semble limiter le développement des adventices.

La variabilité des fréquences d'empreintes de roues dépend des épandages de fumier ou d'engrais. Les canaux d'écoulement préférentiel ainsi créés sont en général peu profonds et tapissés par la végétation, ce qui réduit les risques de détachement de terre.

*Type D : interculture printemps-printemps non déchaumé*

La variabilité dans ce type provient de la nature du précédent qui définit en grande partie la quantité de résidus de récolte (pois > maïs > lin > betterave sucrière > pomme de terre) et l'importance des empreintes de roues superficielles (cf. tableau III).

TABLEAU III

date d'observation	culture	Précédent	% recouvrement par résidus et adventices	Surface affectée par les % roues superficielles avant reprise
21.02	Pdt	BS	25 (lisier épais)	65
20.03	BS	Pdt	5	70
2.04	Maïs	Maïs	0	48
2.10	BS	Lin	10	32

Ces surfaces, pratiquement sans couverture végétale, sont en fin d'hiver les plus dégradées du fait du tassement par les engins agricoles. Les chantiers de récolte tels que le passage des arracheuses et des remorques et l'ensilage du maïs en conditions hydriques défavorables ont pour conséquence de diminuer la porosité et la rugosité superficielle. Les épandages de lisier ont un rôle additionnel catastrophique en accroissant le nombre de traces de roues et en amorçant dans certains cas le ruissellement. La date d'épandage de lisier selon qu'elle se situe avant ou après le déchaumage, conditionne les risques de concentration du ruissellement. Les surfaces récoltées en cultures de printemps se classent par rapport à ces risques dans l'ordre suivant :

Pomme de terre = Betterave sucrière >> Maïs > Lin > surface déchaumée.

Les observations de fin d'été confirment les faibles recouvrements par les résidus de récolte (moins de 20 %). À cette époque, les parcelles récoltées en lin sont déjà dégradées.

*Type E : blés déchaumés*

D'après le tableau I, nous constatons que les surfaces déchaumées début septembre, observées en octobre après avoir reçu 56 mm de pluie cumulée et celles qui, déchaumées tardivement, début février, ont été observées en fin d'hiver après 70 mm de pluie cumulée, sont au plus en phase I. La modalité de déchaumage, sans influencer sur la phase de dégradation, peut faire varier deux types de critères : la rugosité superficielle et le pourcentage de recouvrement par les résidus de récolte (cf. tableau IV), qui différencieront les états de surfaces vis-à-vis de l'érosion.

TABLEAU IV

date d'observation	outil de déchaumage	% mottes diamètre			% recouvre- ment résidus + adventices	culture suivante	% surface affectée par des roues superficielles
		<1cm	<3cm	>5cm			
Mi-mars	rotovator	15	50	20	25	LIN	0
	dent	40	50	10	17	LIN	0
	dent	0	15	10	45	BS	13
	soc				2	BS	18
PHASE I début oct.	soc	20	50	35	2	-	0
PHASE 0	chisel	50	65	20	15	-	0
PHASE II témoin	0 déchaumage				50		

Les observations de la mi-mars nous montrent qu'un outil à dent laisse en surface des pailles dressées et couchées, avec un niveau de recouvrement (15 à 45 %) et une quantité de terre fine très variables. L'enfouissement partiel de pailles couvrant plus de 20 % de la surface est plus efficace qu'un mulch (JOHNSON, MOLDENHAUER, 1979). Pourtant, ce déchaumage à dents a pour effet d'aligner les mottes de surface en billons en créant des canaux préférentiels de concentration du ruissellement dans les interbillons. Le déchaumage à soc enfouit les résidus et fabrique des mottes grossières (> 5 cm) peu orientées dans le sens du travail, qui ralentiront la circulation du ruissellement. Le déchaumage tardif au rotovator donne un résultat intermédiaire. L'optimum serait de pouvoir conserver des résidus en surface sous forme de bouchons de paille par exemple, qui favoriseraient la percolation, mais le non déchaumage peut également entraîner des accumulations de paille dans le profil, préjudiciables à la culture suivante. L'épandage d'écume et d'engrais de fond pour la betterave, lorsqu'il est réalisé après le déchaumage, laisse des empreintes de roues (15 % en moyenne) qui risquent de collecter le ruissellement si les surfaces se dégradent en phase II avant le labour.

La variabilité des états de surface résultant des déchaumages démontre qu'il existe dans la gestion de l'interculture une marge d'intervention importante pour l'agriculteur.

*Type F : cultures de printemps déchaumées*

En l'absence de résidus de récolte à enfouir (recouvrement inférieur à 5 %) la technique de déchaumage choisie pour la reprise des chantiers de récolte en

février sera la plus rapide, en général avec un outil à dent (cf. tableau I dernière colonne).

La période de déchaumage varie selon la date de récolte, échelonnée pour les différentes cultures de printemps de septembre à décembre. À cette époque, la pluviométrie est à la fois importante et très variable (10 à 60 mm mensuels, cf. annexe 2). Ces deux facteurs expliquent les différences de dégradation observées.

## 2.2. Transformations dans le temps des états de surface

Les risques d'érosion dépendent de la somme des pluies cumulées, reçues par des surfaces de sol en état de ruisseler, caractérisées par une faible infiltrabilité du fait de la structure superficielle dégradée et par une faible détention superficielle. Un travail du sol, par son effet de fragmentation, remet le système à zéro en augmentant brutalement l'infiltrabilité.

L'évolution chronologique de l'infiltrabilité dépend donc de la succession de cultures et du calendrier cultural, variables selon les agriculteurs, et de la répartition des pluies. Elle traduit la dynamique de transformation des états de surface en fonction du temps. La représentation graphique que nous en faisons (fig. 2 et 3) se base sur quelques données d'infiltrabilité obtenues par l'observation du flaquage sous pluies (cf. 1.2) et par la méthode plus précise des tâches saturées (BOIFFIN, 1984). Ces courbes, qu'il serait possible d'affiner, donnent un ordre de grandeur des variations d'infiltrabilité.

### 2.2.1. ÉVOLUTION DE L'INFILTRABILITÉ AU COURS DE DEUX CYCLES CULTURAUX

Le graphe de la figure 2 nous indique l'allure de variation de l'infiltrabilité en fonction du temps pour une succession blé-betterave. L'infiltrabilité augmente instantanément et uniformément après chaque opération de travail du sol, déchaumage, labour, semis, binage. Elle diminue ensuite rapidement puis lentement du fait de la battance, jusqu'à une valeur très faible ( $1 \text{ mmh}^{-1}$ ) si l'état structural n'est pas fragmenté ultérieurement.

Les deux mois d'installation de la culture de betterave, correspondant à une succession d'opérations culturales rapprochées, comportent de ce fait peu de risques d'érosion à moins d'un labour très précoce. Les empreintes de roues laissées par le semoir et par les épandeurs (azote, pesticides) après semis, sont des lieux privilégiés de concentration du ruissellement, d'infiltrabilité diminuée (indiquée par les pointillés sur le graphe). Il existe pour la betterave une possibilité de remise de la surface à l'état fragmentaire à l'occasion des binages comme pour la pomme de terre, à l'occasion des buttages. La croissance et le développement de la couverture végétale au printemps, l'enracinement, la fissuration par dessiccation de la croûte structurale et l'activité biologique augmentent l'infiltrabilité dans des proportions moindres.

Quelles sont les phases critiques de cette succession blé-betterave ?

1 — Les surfaces en blé ruissellent tôt et longtemps entre décembre et mai car l'état de surface est dégradé par les pluies alors que les blés sont peu couvrants en début d'hiver (HORNER, 1960).

2 — Les risques d'érosion liés aux périodes d'intercultures dépendent de deux séries de facteurs :

- la date des interventions culturales : déchaumage juste après la récolte en septembre ou tardif en février-mars, les dates respectives des déchaumages et épandages (fumier, lisier, engrais) enfin, la date de labour.

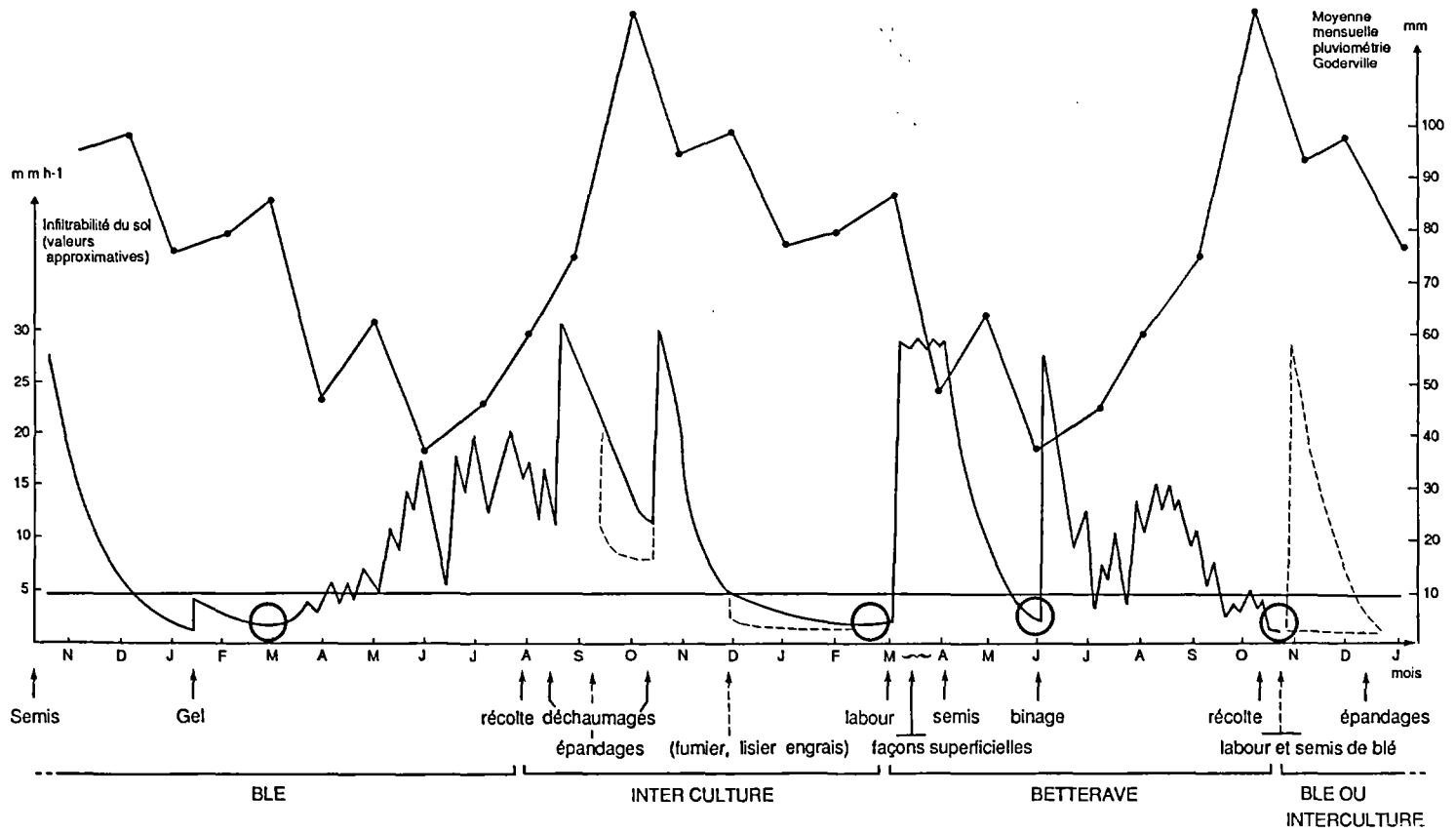


FIG. 2. — Allure de la variation de l'infiltrabilité. Succession blé-betterave

- les caractéristiques des événements pluvieux entre octobre et mars (cf. annexe 2), ce qui milite en faveur d'un choix raisonné de la date de déchaumage.

3 — On a notamment intérêt à labourer et semer le blé de betterave le plus rapidement possible après la récolte. L'infiltrabilité est à cette époque minimum et le sol dénudé. Il est probable que dès octobre, le couvert végétal n'assure plus de rôle protecteur alors que les empreintes de roues laissées par les traitements en végétation collectent le ruissellement.

4 — En absence de binage, le ruissellement serait érosif dès le mois de mai, et en particulier en octobre. Il semble que les risques d'érosion justifient le maintien de l'opération culturale, juste avant le démarrage de la période de végétation active de la betterave sucrière. Le raisonnement est identique pour le buttage de la pomme de terre.

### 2.2.2. VARIATION DUE À LA SUCCESSION DE CULTURE

Ces observations sont-elles généralisables à tous les intercultures et cycles culturaux ? Quelle est l'influence des systèmes de culture sur les risques d'érosion ? Ceux-ci sont-ils plus élevés au printemps ou à l'automne ?

Selon le même principe que précédemment, à partir du graphique d'évolution chronologique de l'infiltrabilité, nous comparons deux successions de cultures de printemps (fig. 3). La pomme de terre et la betterave sucrière ont des profils d'évolution de l'infiltrabilité similaires. Leur succession délimite un interculture long d'octobre à mars, à hauts risques d'érosion puisque la surface après récolte est couverte de traces de roues, très tassées en cas de mauvaises conditions climatiques (excès d'eau).

En comparant les figures 2 et 3, on comprend que la succession de deux cultures de printemps permette de mieux contrôler l'érosion en sortie d'hiver que celle qui inclut une culture de blé, sans aucun effet protecteur jusqu'au printemps, à condition que l'interculture soit géré correctement (BOIFFIN *et al.*, 1986). Le tableau V nous montre que la diversité des cultures de printemps permet de limiter l'érosion. Les semis sont échelonnés sur deux mois et les empreintes de roues, qui joueront progressivement et selon leur orientation, un rôle de concentration du ruissellement, affectent selon les cultures une proportion variable de la surface cultivée.

TABLEAU V

Date de semis	← ordre de classement			
	Pois Précoce	Betterave + lin	Pomme de terre	Maïs Tardif
Surface affectée par les empreintes de roues	Maïs	Betterave	Pomme de terre	Lin- Pois
Marge brute des cultures	↑ Maïs fourrage prioritaire si élevage	Pomme de terre > Lin > Betterave > Pois > Céréales		

Source : Goëtgheluck, Lairis, Thiollière, 1985.

Seuls les intercultures longs de 5 à 6 mois tels que blé-culture de printemps ou lin-betterave (fig. 3) ou pomme de terre offrent la possibilité d'implanter un

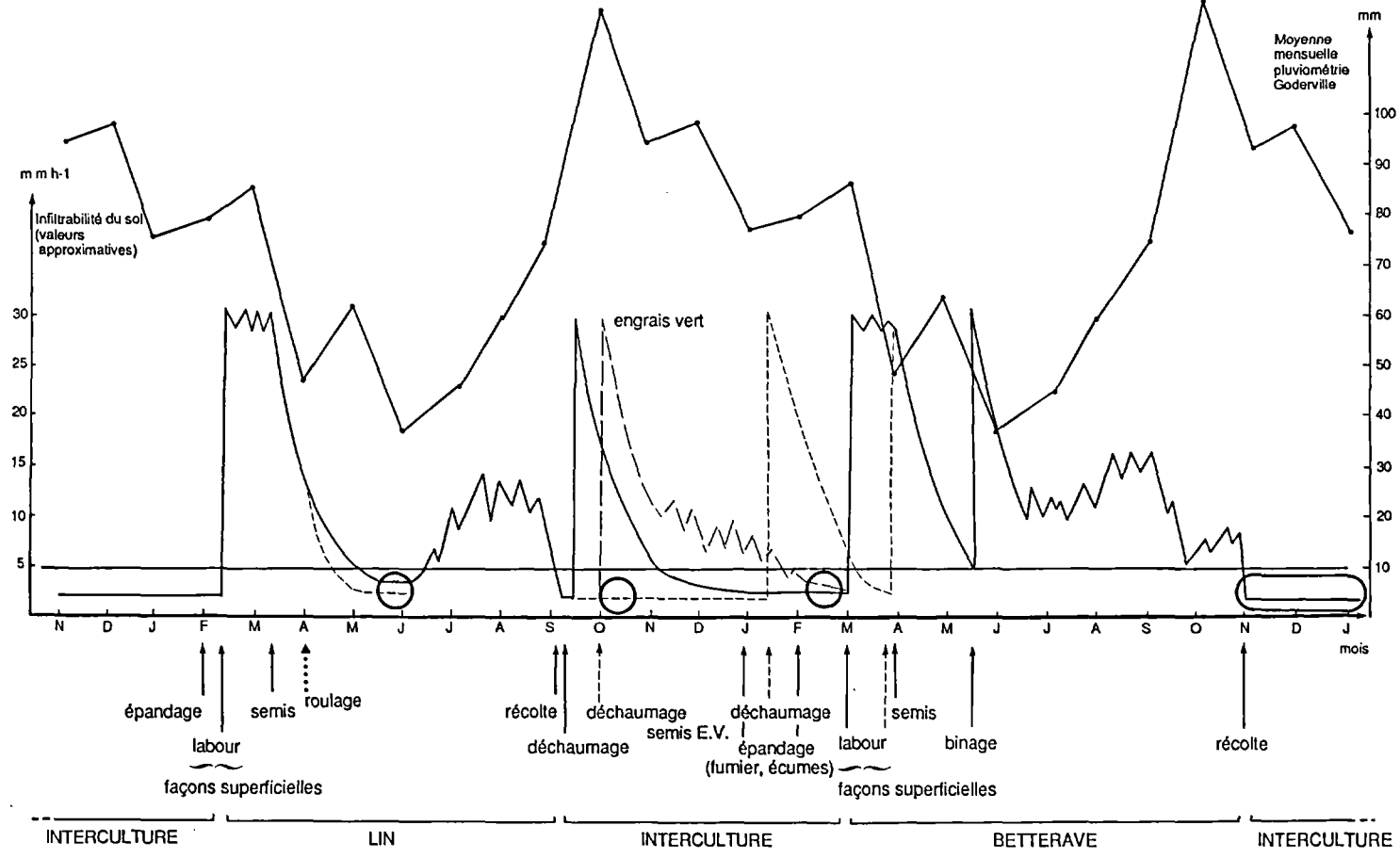


FIG. 3. — Allure de la variation de l'infiltrabilité. Succession lin-betterave

engrais vert qui ne sera efficace que s'il est rapidement couvrant, avant que la surface ne se dégrade en phase II. L'effet protecteur d'un engrais vert dépendra à la fois de la date de récolte du précédent, des conditions d'implantation en septembre, de la somme de température et de la vitesse de croissance de l'espèce fourragère. Le semis d'engrais vert reste pour cette raison une technique aléatoire pour laquelle il manque des références.

### 2.2.3. VARIATION EN FONCTION DES ITINÉRAIRES TECHNIQUES

Quel est l'effet des techniques culturales sur les risques d'érosion ? Peut-on par un itinéraire technique approprié les réduire de manière significative ? Les conditions du passage en phase II font apparaître un effet date de semis. Les parcelles semées précocement, avant le 10 avril, sont en début de phase II par une énergie cinétique des pluies cumulées égale à  $388 \text{ J. m}^{-2}$  alors que les autres parcelles restent en phase I avec  $800 \text{ J. m}^{-2}$  (GOËTGHELICK, *et al.* 1985). Les conclusions des chapitres précédents orientent notre choix des critères de jugement des opérations culturales vis-à-vis des risques d'érosion, par ordre d'importance :

- la date de semis,
- l'utilisation des résidus de récolte, enlevés pour l'élevage ou broyés,
- la date et le type de déchaumage,
- la date de labour et l'intervalle de temps labour-première reprise, qui sont liés : un labour tardif est repris aussitôt.

L'état de surface au semis étant conditionné par le labour et la première reprise, le nombre de passages après labour n'est que secondaire. Dans le cas du lin derrière blé, pour lequel nous disposons d'observations en sortie d'hiver sur 18 parcelles, la combinaison de ces cinq critères aboutit à l'identification de trois itinéraires techniques différents vis-à-vis des risques d'érosion (cf. tableau VI).

TABLEAU VI  
Itinéraires techniques de lin/blé

	1	2	3
. date de semis du lin	variable plutôt tardive	variable	variable plutôt précoce
. paille	enlevée	broyée	broyée
. déchaumage	à socs	à dents	pas de déchaumage ou rotovator
. date de déchaumage	après récolte	en sortie d'hiver	en sortie d'hiver
. labour reprise après labour	avant Pâques après plus de 8 jours	avant Pâques après plus de 8 jours	après Pâques immédiate (moins de 8 j)
nombre de cas	$\frac{10}{16}$	$\frac{2}{16}$	$\frac{4}{16}$

L'itinéraire 3 répond à une conduite des opérations culturales, parcelle par parcelle, dans des conditions météorologiques satisfaisantes. Une mobilisation de main-d'œuvre et de matériel importante est nécessaire pour achever le



chantier de labour-semis en un ou quelques jours. On minimise ainsi les risques de dégradation de la surface.

En conduisant les opérations culturales par culture ou par blocs, on risque de ne pas terminer une opération culturale dans la période climatique optimale. Cette stratégie est caractéristique des exploitations en GAEC ou CUMA dont l'accès au matériel, semoir en particulier, est limité et partagé. Une dégradation sur un labour précoce (itinéraire 1 et 2) ou sur une première reprise peut rendre plus difficiles les reprises suivantes et entraîner l'augmentation du nombre de passages.

Le classement de ces itinéraires techniques vis-à-vis de l'érosion dépend nécessairement de la répartition des pluies quantifiée par la somme des pluies cumulées (BURWELL, LARSON, 1969). En comparant l'intervalle de temps labour-semis à la somme des pluies cumulées nécessaires à la dégradation d'un état fragmentaire, on aboutit à la conclusion que les opérations culturales d'installation de ces cultures n'ont qu'une faible influence sur les quantités d'eau ruisselées. Seule une période sèche entre le semis et la première pluie diminue la vitesse de dégradation (BOIFFIN *et al.* 1986).

Par contre la succession culturale et le mode de gestion des intercultures : engrais vert, date et type de déchaumage(s), et d'épandage (s) conditionneront le ruissellement à une époque de l'année où les pluies sont les plus agressives (quantité et intensité). Le classement des itinéraires techniques auquel on aboutit :  $3 > 1 > 2$  (tableau VI) est à confronter aux rendements espérés.

## CONCLUSION

L'observation morphologique des états de surface en amont des rigoles et le suivi des événements pluvieux (intensité et durée) fournissent des indicateurs des risques d'émission du ruissellement à l'échelle de la parcelle. Ceux-ci sont gouvernés par trois variables : l'intensité des pluies, l'infiltrabilité et la détention superficielle. La taille de l'impluvium détermine la longueur de l'écoulement et la quantité d'eau ruisselée.

Pour estimer les risques de concentration du ruissellement, dans les chenaux préférentiels que sont les traces de roues et les talwegs, on prendra en compte la pente et sa longueur, l'orientation des modelés de surface et les réseaux de voies d'écoulement. Le détachement de terre dépendra, dans les zones de concentration, de la largeur de l'écoulement, de la rugosité et de la compacité du fond des chenaux.

En dehors de la pente, toutes ces variables évoluent dans le temps. Celles qui sont en rapport avec l'état de surface peuvent être modifiées par une conduite différenciée des systèmes de culture, visant à réduire la susceptibilité du terrain à l'érosion. L'importance et la diversité des cultures de printemps ne sont pas remises en cause. La mise en œuvre d'opérations culturales préventives, déterminante dans les intercultures, reste aléatoire et conditionnée par la nature du parc matériel et la disponibilité en main-d'œuvre de l'exploitation. De plus, les portions de bassins versants cultivées par chaque agriculteur sont rarement isolées hydrologiquement. Elles reçoivent des écoulements concentrés en amont et alimentent des rigoles en aval. Des solutions d'ensemble telles que le réaménagement parcellaire seraient à envisager.

Deux points de méthode nous paraissent applicables au diagnostic des risques d'érosion liés à la mise en œuvre des systèmes de culture : la décomposition des risques d'érosion en risques d'émission et de concentration

du ruissellement d'une part, la description des états de surface et de leurs transformations dans le temps, d'autre part.

La typologie des états de surface pourrait être valorisée à une autre échelle par la photointerprétation. Il suffirait que les prévisions de l'émission du ruissellement, établies à l'échelle de la parcelle soient extrapolées à des types de surface appréciés sur des espaces plus vastes, à partir de l'examen des photos aériennes ou des résultats de télédétection.

## BIBLIOGRAPHIE

- BOIFFIN (J.), 1984. — La dégradation structurale des couches superficielles des sols sous l'action des pluies. Thèse Docteur-Ingénieur, INAPG, Paris, 320 p. + annexes 104 p.
- BOIFFIN (J.), PAPY (F.) et PEYRE (Y.), 1986. — Système de production, système de culture et risques d'érosion en Pays de Caux, INAPG-INRA-Ministère d'Agriculture, 04/86, 154 p. + annexes.
- BOLLINE (A.), 1982. — Étude et prévision de l'érosion des sols limoneux cultivés en moyenne Belgique. Thèse Sciences Géographiques, Université de Liège, 356 p. + annexes.
- BURWELL (R. E.) et LARSON (W. E.), 1969. — Infiltration as influenced by tillage induced random roughness and pore space, *Soil Sc. Soc. of America Proceedings*, (33) : 449-452.
- GOETGHELUCK (F.), LAIRIS (V.), THIOLLIÈRE (B.), 1985. — Système de production, système de culture et risques d'érosion dans le pays de Caux, mémoire INAPG, Paris, 96 p. + annexes, 24 p.
- HERVÉ (D.), 1985. — Systèmes agraires et risques d'érosion, rapport intermédiaire, INAPG, Paris, juillet 1985, 11 p. + annexes 26 p.
- HUDSON (N.), 1981. — Soil conservation, Bastford Academy, 6<sup>e</sup> ed., London : 209-223.
- HORNER (G. M.), 1960. — Effect of cropping systems on runoff, erosion, and wheat yields, *Agronomy Journal*, (52) : 342-344.
- JOHNSON (C. B.) et MOLDENHAUER (W. C.) 1979 — Effect of chisel versus moldboard plowing on soil erosion by water, *Soil Sc. Soc. of America Proceedings*, N° 13.
- LAFLÉN (J. M.) et COLVIN (T. S.), 1981. — Effect of crop residue on soil loss from continuous row cropping, *Transactions of the ASAE*, 24 (3) : 605-609.
- MONNIER (G.), BOIFFIN (J.) et PAPY (F.) 1986. — Réflexions sur l'érosion hydrique en conditions climatiques et topographiques modérées : Cas des systèmes de grande culture de l'Europe de l'Ouest, *cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, 22 (2) : 123-131.
- MONTEITH (N. H.), 1974. — The role of surface roughness in runoff, *Soil Conservation Journal* : 42-45.
- WISCHMEIER (W. H.), 1960. — Cropping management factors evaluation for a USLE, *Soil Sc. Soc. of America Proceeding* (24) : 322-326.
- WISCHMEIER (W. H.) et SMITH (D. D.), 1965. — Predicting rainfall erosion losses from cropland east of the rocky mountains, *Agricultural Handbook* N° 282, USDA, 47 p.
- YOUNG (R. A.) et VOORHEES (W. B.), 1982. — Soil erosion and runoff from planting to canopy development as influenced by tractor wheel traffic, *Transactions of the ASAE*, 25 (3) : 708-712.

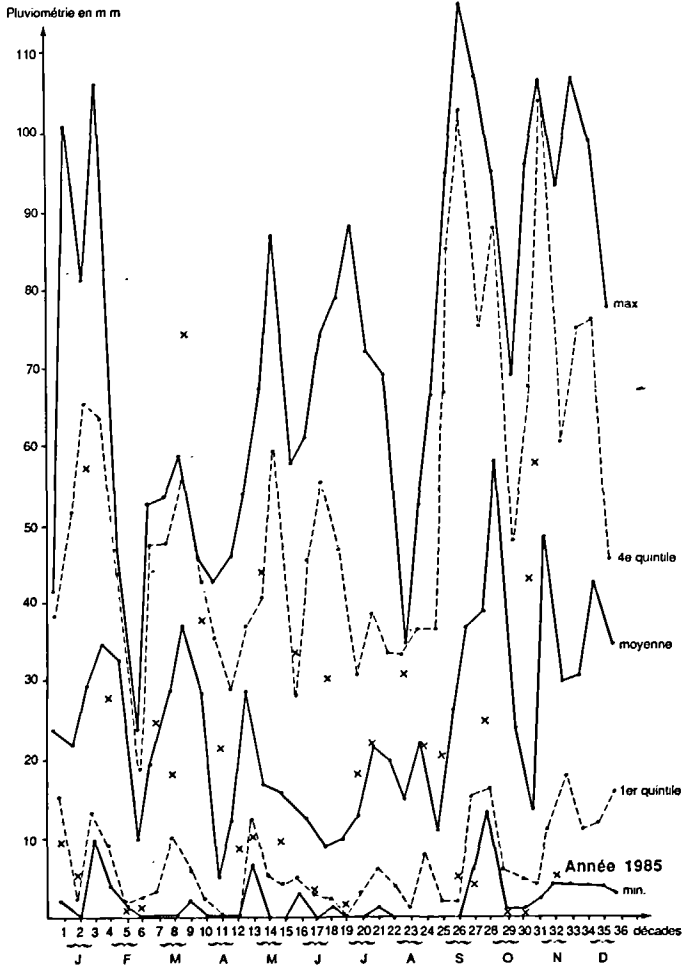
### ANNEXE 1

Caractéristiques de événements pluvieux, en avril et mai 85, jusqu'au déclenchement du phénomène érosif au printemps

Date	Hauteur (mm)	Intensité (mmh)	Durée (mm)
11.04	6.5	2.6	150
11.04	1.5	3	30
11.04	1.5	6	15
11.04	1.5	6	15
12.04	2.5	10	15
13.04	6.5	6.5	60
2.05	0.9	6	9
2.05	0.7	3.7	11
12.05	7.6	4	2
13.05	0.6	7.6	5
14.05	4.7	2.5	113
20.05	7	35	12
20.05	3	2.6	69
20.05	6	36	10

### ANNEXE 2

Analyse fréquentielle de la pluviométrie 1985, Gordeville





# **Les risques d'inondations dans la plaine agricole de Niéna-Dionkélé**

Jean-Marie LAMACHÈRE \*

## **1. SITUATION GÉOGRAPHIQUE**

La plaine de Niéna-Dionkélé se situe à l'extrême ouest du Burkina Faso, près de la frontière malienne, entre les latitudes 11° 30' et 12° de l'hémisphère nord et les longitudes 4° 30' et 5° à l'ouest du méridien international (fig. 1).

Elle appartient à la région des hauts plateaux qui bordent la partie occidentale du Burkina : des collines, peu élevées en altitude (500 à 570 mètres), entourent de vastes dépressions marécageuses en saison humide, mal drainées par des marigots aux faibles pentes. L'altitude de la plaine est légèrement supérieure à 300 mètres, le climat y est de type sud-soudanien avec une pluviométrie moyenne interannuelle comprise entre 950 millimètres dans sa partie septentrionale et 1050 millimètres dans sa partie méridionale.

Quatre marigots principaux : le Dougo, le Kuo, l'Ouzou et le Konga, drainent les collines avoisinantes. Leurs lits mineurs, bien marqués sur les collines et les piedmonts, s'effacent dans la plaine de Niéna-Dionkélé. En aval de cette plaine, un lit mineur réapparaît, matérialisant le cours de la rivière Sessé quatre à cinq kilomètres avant l'exutoire de Karamassasso. Après Karamassasso, ce lit mineur reste étroit, profond de quelques mètres, rehaussé de plusieurs seuils avec une pente longitudinale très faible (0,2 mètre par kilomètre). La rivière Sessé est un affluent du Longo, lui-même affluent du Banifing dont les eaux se mêlent à celles du Bani avant de se joindre à celles du fleuve Niger.

Sur les alluvions accumulées dans la basse plaine de Niéna-Dionkélé, se sont formés des vertisols hydromorphes ou sols d'argiles noires. Traditionnellement laissés en herbes ou boisés en raison de leur inondabilité et de leur structure lourde, difficile à travailler, ces sols constituent cependant d'excellentes terres à riz. Sur les piedmonts et les hautes terres de la plaine, se sont développés des sols ferrugineux tropicaux, cultivés en sorgho, mil, maïs ou coton.

Le potentiel cultivable dans la plaine de Niéna-Dionkélé est estimé à 46 000 hectares dont seulement 7 700 hectares étaient cultivés en 1976.

---

\* Hydrologue ORSTOM, Centre de Ouagadougou, 01 BP 182, Burkina Faso.

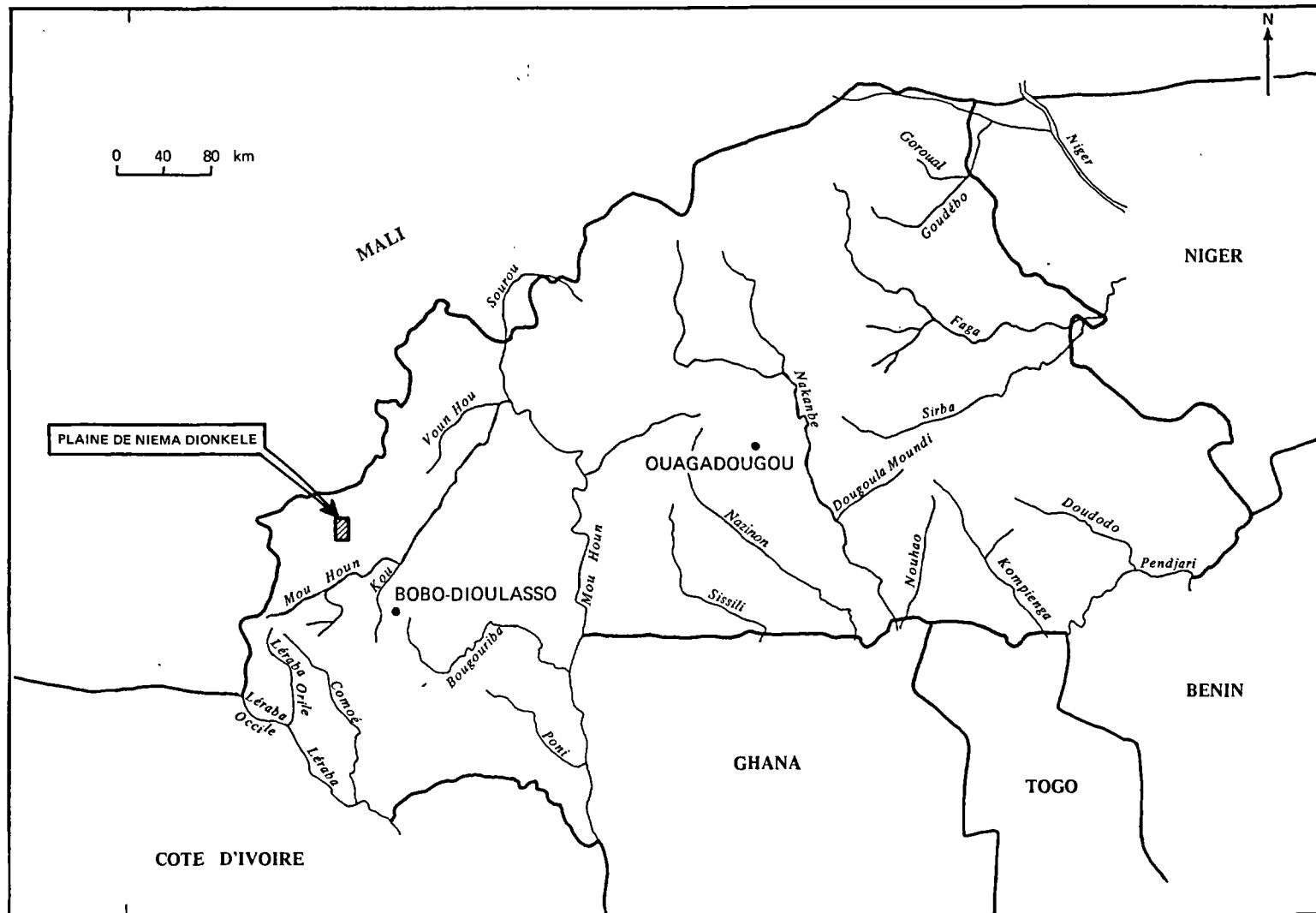


FIG. 1. — Burkina Faso, carte de situation. Dessin de A. BILGHO

## 2. HISTORIQUE DE L'AMÉNAGEMENT HYDROAGRICOLE

La basse plaine de Niéna-Dionkélé, d'une superficie supérieure à 7 000 hectares, aurait été cultivée en riz à une époque antérieure à 1950 sur une superficie d'environ 1500 hectares.

En 1953, les autorités administratives locales s'intéressent à la mise en valeur agricole de cette plaine, des rapports chiffrés commencent à être publiés. Les premiers essais de rendement laissent espérer une production d'environ 2 tonnes de paddy à l'hectare ; la riziculture s'étend progressivement de 130 hectares en 1953 à 500 hectares en 1956.

En 1954, année particulièrement pluvieuse, des crues exceptionnelles submergent complètement les plants de riz et anéantissent la récolte.

Parallèlement aux essais de riziculture, la Section Technique du Génie Rural entreprend, dès 1953, les études du projet d'aménagement hydroagricole de la plaine de Niéna-Dionkélé : études topographiques, pédologiques, agronomiques et hydrologiques. Dans le rapport préliminaire publié en 1957 (MATON, 1957), l'ingénieur du Génie Rural G. MATON insiste longuement sur les risques de destruction des cultures par inondation, analyse les causes d'inondation et propose des solutions techniques de protection.

En 1958, afin d'améliorer le drainage des eaux de ruissellement hors de la plaine, un ouvrage aux vannes amovibles est construit à Karamassasso, le lit de la rivière Sessé est recalibré sur une distance de 12 kilomètres en aval, vers Fanberela.

De 1959 à 1973, suit une longue période de quinze années pendant laquelle la culture du riz fut abandonnée.

En 1974, la mission économique de la Banque Mondiale estime qu'un projet de développement des bas-fonds de la plaine de Niéna-Dionkélé est susceptible d'intéresser cet organisme.

Les études de factibilité du projet sont confiées à la SCET International, les études hydrologiques à l'ORSTOM pour une période de trois ans. L'insuffisance des apports dans la plaine de Niéna-Dionkélé, qui limite la superficie des terres irriguées, ainsi que des considérations agronomiques, topographiques et hydrologiques, conduisent la SCET à proposer en mars 1976, dans le rapport général du plan d'aménagement hydroagricole (SCET, 1976), trois solutions pour l'aménagement de la plaine, avec, dans l'ordre décroissant des investissements :

- un aménagement complet avec cultures irriguées sur une superficie de 1 500 hectares et riziculture pluviale sur une superficie de 350 hectares,
- un aménagement simplifié sur une superficie de 1 800 hectares avec irrigation complémentaire,
- un aménagement pour riziculture pluviale, sans irrigation complémentaire, sur une superficie de 1500 hectares.

L'étude hydrologique, publiée par l'ORSTOM (LE BARBE, 1977), fournit au projet d'aménagement les premières données hydrologiques précises indispensables à la définition des ouvrages de protection contre les crues et au dimensionnement des réservoirs destinés à l'alimentation en eau des cultures irriguées. Exploitant en partie ces données, après une étude hydrologique rapide des risques d'inondations, la SCET préconise la protection des cultures par érection de digues arasées à la cote 331.50 pour les périmètres du Kuo et du Dougo, arasées à la cote 332.00 pour le polder.

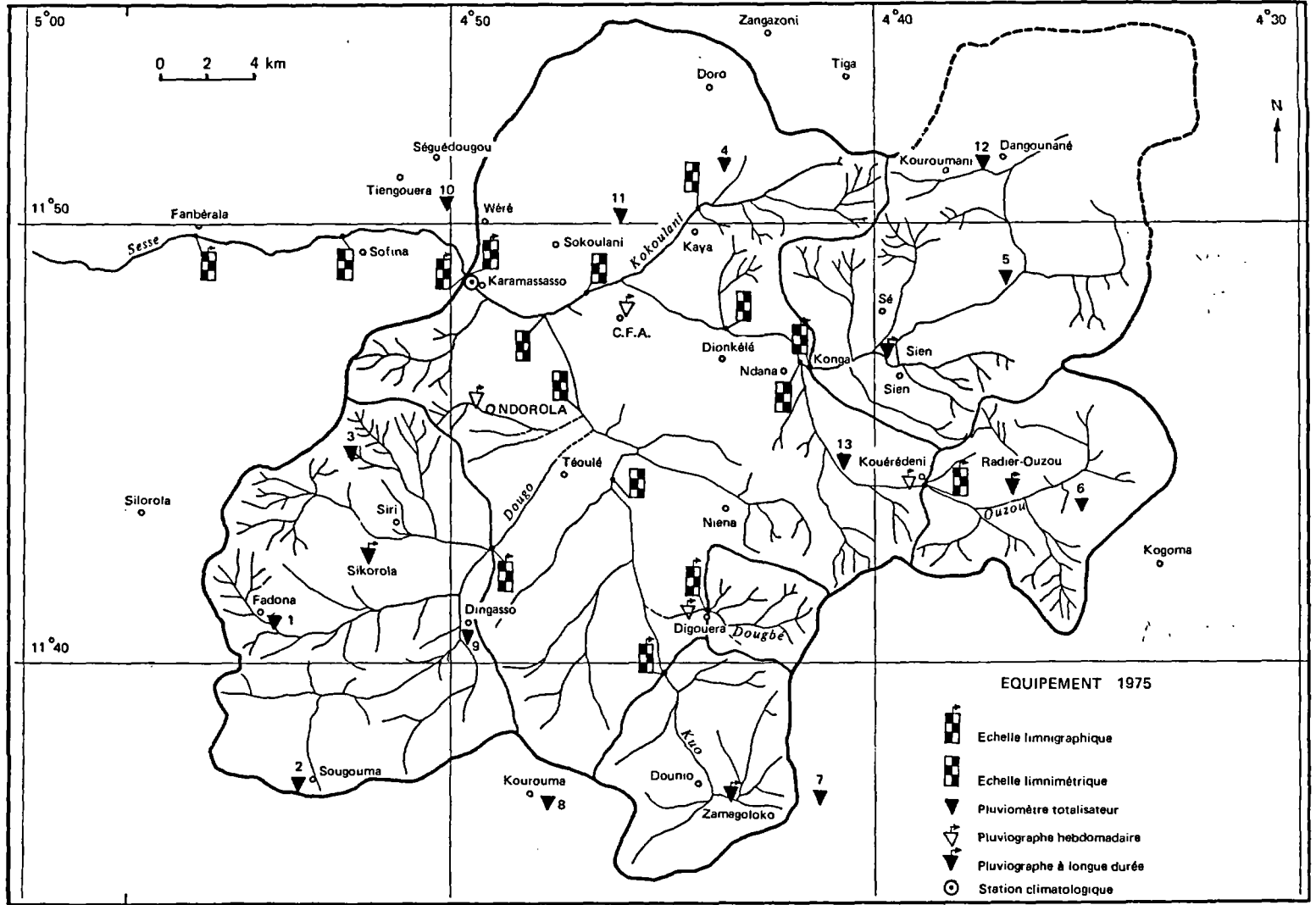


FIG. 2. — Bassin de Nien-Dionkélé. Dessin de A. BILGHO



En 1981 commencent les travaux d'aménagement comprenant le creusement de collecteurs de drainage, l'érection de digues et diguettes, les labours. Ils sont limités à un projet pilote de 400 hectares. Simultanément aux travaux d'aménagement, une seconde étude hydrologique est confiée à l'ORSTOM pour une période de trois ans. En 1983, un appel d'offres est lancé pour une étude de factibilité d'un aménagement complémentaire de 1000 hectares, *la hauteur maximale de protection contre les inondations étant fixée à la cote 331.50.*

L'étude hydrologique la plus récente (LAMACHÈRE, 1984), publiée par l'ORSTOM, effectue la synthèse des données hydrologiques recueillies en six années d'observations, de 1974 à 1976 et de 1981 à 1983, complète l'analyse des crues et des apports des principaux affluents de la rivière Sessé et réalise la première étude des bilans d'eau dans la retenue du barrage de Karamassasso. Effectuée au pas de temps journalier, l'analyse des bilans d'eau dans la retenue de Karamassasso permet de caractériser les risques d'inondation dans la basse plaine et de proposer une méthode de gestion de l'ouvrage de Karamassasso.

L'histoire de l'aménagement hydroagricole de Niéna-Dionkélé s'arrête pour nous à la publication de ce rapport.

### **Évolution historique de l'appréciation des risques d'inondation dans la plaine de Niéna-Dionkélé**

À travers cette chronique, il est intéressant de noter le souci permanent des autorités successives, responsables du projet, d'appuyer leurs décisions techniques de protection des cultures sur une analyse hydrologique des risques d'inondation.

Cependant l'appréciation des risques a évolué avec la sensibilité des projeteurs. La période 1953-1958 est marquée par une forte sensibilité aux risques d'inondations, l'année 1954 ayant probablement joué le rôle d'un révélateur.

Par contre, la période 1973-1983 est marquée par la prédominance des critères économiques sur les choix techniques en matière d'aménagement, sans qu'apparaisse, dans les calculs économiques, une estimation des coûts liés aux risques d'inondation. À la lumière des résultats exposés dans l'étude hydrologique publiée en 1984, nous allons essayer de montrer comment peuvent être caractérisés les risques d'inondations dans la plaine de Niéna-Dionkélé et comment leur prise en compte modifie sensiblement la conception du projet d'aménagement.

### **3. CARACTÉRISATION DES RISQUES D'INONDATIONS DANS LA PLAINE DE NIÉNA-DIONKÉLÉ**

La basse plaine de Niéna-Dionkélé est à vocation essentiellement agricole. Son inondation se traduit par une chute de rendement des cultures inondées ou la destruction complète des récoltes lorsque la submersion des cultures se prolonge.

Caractériser les risques d'inondations dans cette plaine consiste donc à effectuer l'analyse de trois types de risques : les risques hydrologiques d'inondation, les risques agronomiques de chute des rendements en relation avec la hauteur et la durée de la submersion, les risques économiques de perte consécutive à la submersion des cultures.

### 3.1. Étude hydrologique des risques d'inondations

La première analyse des causes d'inondations dans la plaine de Niéna-Dionkélé fut effectuée en 1957 par l'ingénieur G. MATON (MATON, 1957). Elle révèle deux causes principales à la montée des niveaux d'eau dans la plaine : d'une part les ruissellements générés par les fortes pluies qui tombent sur le bassin versant de la rivière Sessé et d'autre part l'insuffisance des écoulements à l'exutoire de Karamassasso. À ces deux causes on peut en ajouter une troisième qui se révèle importante pour la protection des périmètres cultivés sur les hautes terres de la plaine : les débordements des affluents à leur entrée dans la plaine.

À partir des observations limnimétriques et hydrométriques, diverses méthodes, associant hydrologie et statistique, permettent de caractériser chaque type de risque en associant une valeur de cote du plan d'eau, une valeur de débit ou un volume de crue à une probabilité d'occurrence choisie a priori.

#### 3.1.1. L'ÉCOULEMENT DES EAUX À L'EXUTOIRE DE KARAMASSASSO

Les débits qui transitent par l'exutoire de Karamassasso conditionnent la vidange des eaux accumulées dans la basse plaine de Niéna-Dionkélé. Il est donc important de bien connaître ces débits et d'examiner les raisons qui en limitent la croissance.

##### *Historique des conditions d'écoulement*

Avant 1958, la piste N'Dorola-Kaya franchissait le marigot Sessé, à l'exutoire de Karamassasso, sur un pont myriapode qui constituait un obstacle sérieux à l'écoulement des eaux. Une étude topographique du lit mineur en aval de Karamassasso révélait également l'existence de plusieurs seuils dont l'influence sur les niveaux d'eau remontait jusqu'à Karamassasso.

En 1958, la construction d'un barrage aux vannes amovibles et le curage de l'émissaire Sessé éliminèrent la plupart de ces obstacles.

##### *Observations hydrologiques et conclusion*

Des mesures de débits et de cotes du plan d'eau à l'amont et à l'aval de Karamassasso ont été effectuées pendant six ans.

Les mesures de débit, effectuées sur l'émissaire Sessé, contredisent assez nettement les estimations théoriques fournies par la SCET International dans le plan d'aménagement hydroagricole (SCET 1976). Les différences sont importantes : à la cote 331.00 mètres à l'échelle amont, le débit mesuré est d'environ 10 m<sup>3</sup>/s alors que le débit théorique est estimé à 28 m<sup>3</sup>/s. Sur une période de dix jours, le volume évacué par l'exutoire de Karamassasso ne devrait pas dépasser 13 millions de mètres cubes au lieu des 26 millions de mètres cubes estimés.

*Cette surestimation des volumes évacués par l'exutoire de Karamassasso est la raison principale d'une sous-estimation systématique, depuis 1976, par le projet d'aménagement, des risques d'inondation dans la basse plaine de Niéna-Dionkélé.*

#### 3.1.2. LES DÉBORDEMENTS DES AFFLUENTS DE LA RIVIÈRE SESSÉ

Les périmètres agricoles sont généralement protégés, du débordement des rivières qui les traversent, par des canaux creusés de telle sorte qu'ils puissent

évacuer un débit correspondant à une fréquence d'apparition choisie à priori. Pour la protection d'un périmètre agricole, on choisit le plus souvent la fréquence décennale ou vicésennale, c'est-à-dire que l'on accepte la submersion des cultures en moyenne une fois tous les dix ans ou une fois tous les vingt ans. On peut évidemment choisir des probabilités d'apparition plus faibles, auxquelles correspondent des coûts de protection plus élevés.

Les risques de débordement des affluents de la rivière Sessé dans la plaine de Niéna-Dionkélé seront donc caractérisés par la détermination fréquentielle des débits maximaux. Dans ce but, nous avons utilisé deux méthodes bien connues des hydrologues : l'étude statistique des débits maximaux annuels et la méthode dite de l'hydrogramme unitaire qui donnent les résultats du tableau I.

TABLEAU I  
Débits maximaux à faible probabilité d'occurrence

bassin versant	Dougbé à Digouera	Ouzou à Kouérédédi	Kuo à Digouera	Dougo à D'ingasso	Konga à N'Dana
superficie en Km <sup>2</sup>	19	65	67,8	158	186
méthode statistique, débits en m <sup>3</sup> /s					
fréquence décennale 1/10	3,0	4,8	10,0	14,0	4,3
fréquence vicésennale 1/20	4,0	6,7	17,0	19,0	5,5
méthode dite de l'hydrogramme unitaire					
fréquence décennale 1/10	4,9	3,4	20	17,4	4,1
fréquence vicésennale 1/20	6,7	4,7	24,0	21,3	4,9
débits maximaux retenus pour la crue de projet					
fréquence décennale 1/10	4,9	4,8	20,0	18,0	4,3

### 3.1.3. LA MONTÉE DU PLAN D'EAU DANS LA BASSE PLAINE DE NIÉNA-DIONKÉLÉ

Pour caractériser les risques d'inondations par montée du plan d'eau dans la basse plaine de Niéna-Dionkélé, deux approches sont possibles : l'une consiste à faire l'analyse historique et statistique des cotes observées, l'autre consiste à étudier les causes d'inondation de manière à modéliser le comportement hydrologique du bassin versant de la rivière Sessé et du plan d'eau dans la basse plaine.

La première méthode est rapide, mais elle ne permet que de caractériser très superficiellement les risques d'inondation.

La seconde méthode, très longue à mettre en œuvre, apparaît beaucoup plus souple dans ses applications et beaucoup plus prometteuse.

#### *Analyse historique et statistique des cotes maximales annuelles du plan d'eau*

Le tableau II récapitule les observations maximales annuelles effectuées à la station de Sokoulani de 1954 à 1983.

TABLEAU II  
Cotes maximales annuelles observées à Sokoulani

années	cotes maximales	durée de submersion	années	cotes maximales	durée de submersion
1954	332.28	43 jours	1976	331.11	-
1955	331.38	-	1981	330.76	-
1956	331.42	-	1982	331.15	-
1974	331.58	15 jours	1983	329.84	-
1975	331.89	23 jours			

Un ajustement statistique de ces hauteurs maximales conduit aux estimations suivantes :

- fréquence décennale  
cote maximale : 332.00 mètres  
durée de submersion au-dessus de la cote 331.50 : 30 jours
- fréquence vicésennale  
cote maximale : 332.20 mètres  
durée de submersion au-dessus de la cote 331.50 : 40 jours.

#### *Analyse des crues de la rivière Sessé, modélisation*

Les marigots qui affluent dans la plaine de Niéna-Dionkélé sont trop nombreux pour que nous puissions mesurer directement les apports du bassin versant de la rivière Sessé dans la basse plaine. Il est cependant possible d'estimer indirectement ces apports en analysant les termes du bilan de l'eau dans la retenue du barrage de Karamassasso.

En période pluvieuse, les apports dans la retenue sont constitués des volumes ruisselés sur le bassin versant et des volumes pluviométriques tombés sur le plan d'eau.

Les pertes en eau de la retenue sont constituées des volumes évacués par l'exutoire de Karamassasso, des volumes évaporés sur toute la surface de la retenue et des volumes infiltrés au fond de la cuvette.

La différence entre les apports et les pertes s'accumule dans la retenue ; elle provoque la montée du plan d'eau jusqu'à ce que l'accroissement du volume mis en réserve soit égal à la différence entre le volume des apports et le volume des pertes.

Connaissant les autres termes du bilan, les volumes ruisselés peuvent donc être calculés par simple addition des pertes à la variation des réserves et soustraction du volume pluviométrique tombé sur le plan d'eau.

Les volumes infiltrés au fond de la retenue sont supposés négligeables, ce que semblent confirmer les bilans effectués dans la retenue en période sèche.

L'analyse des crues de la rivière Sessé consiste ensuite à mettre en relation les volumes ruisselés et les pluies correspondantes en essayant de dégager les facteurs explicatifs du comportement hydrologique du bassin et d'explicitier les relations pluies-débits à l'aide d'opérateurs mathématiques. Deux paramètres importants paraissent déterminer les ruissellements du bassin versant de la rivière Sessé : l'indice de saturation du bassin avant l'épisode pluvieux et l'indice de précipitation de l'épisode pluvieux.

Pour une pluie de projet de fréquence décennale, les résultats sont les suivants :

- pluie de durée 10 jours 190 millimètres
- pluie journalière maximale 85 millimètres
- volume des apports en 10 jours 30 millions de m<sup>3</sup>
- volume évacué en 13 jours 14 millions de m<sup>3</sup>
- volume évaporé en 13 jours 0.5 millions de m<sup>3</sup>
- volume pluviométrique tombé sur la retenue 3.5 millions de m<sup>3</sup>
- volume accumulé dans la retenue 19 millions de m<sup>3</sup>

La cote initiale du plan d'eau avant la crue étant fixée à 330.80 mètres, la cote maximale, en l'absence de digues de protection, s'élèverait à la valeur de 331.60 mètres. Pour un aménagement complet avec polder, la cote maximale s'élèverait à 331.70 mètres.

On peut donc estimer que les digues, arasées à la cote 331.50 mètres, ne protègent les cultures, situées à des altitudes inférieures, que pour des crues de moindre importance que la fréquence décennale.

### 3.2. Étude agronomique des risques d'inondations

Les dégâts, causés aux cultures par les inondations, dépendent à la fois des surfaces cultivées, de la hauteur et de la durée de la submersion en liaison avec l'âge de la plante.

Les dégâts se traduisent par des chutes de rendement ou des destructions de récolte.

#### 3.2.1. TYPES DE CULTURES ET VARIÉTÉS CULTIVÉES, RÉSISTANCE A LA SUBMERSION

Nos informations sur la résistance à la submersion des plants de riz sont extraites des ouvrages consacrés à la riziculture pratique, rédigés par J. DOBELMANN, 1976.

*« D'une manière générale, le riz craint beaucoup plus l'excès d'eau que la sécheresse. Une submersion totale et prolongée entraîne la mort du riz dans des délais qui varient en fonction de son âge, le facteur variétal jouant principalement par la taille de la plante. Il suffit de quelques centimètres de feuilles restant à l'air libre pour que la plante soit à l'abri de l'asphyxie. Par contre, les panicules de fleurs immergées deviennent stériles ».*

Pour un riz pluvial, la durée de résistance à l'asphyxie par submersion complète serait de 36 heures quand la plante est âgée de moins d'un mois, de 3 jours quand la plante est âgée de plus d'un mois et de moins de 2 mois, de 8 jours au-delà du deuxième mois.

Pour un riz irrigué, la durée de résistance à l'asphyxie par submersion complète serait de 48 heures à 72 heures quand la plante est âgée de moins d'un mois, de 5 jours quand la plante est âgée de plus de 2 mois.

La croissance du riz est fonction de la variété cultivée et des conditions de développement de la plante. Dans de bonnes conditions de développement, on peut estimer que les plants atteignent une taille d'au moins 20 centimètres au bout d'un mois, une taille d'au moins 80 centimètres dès la fin du deuxième mois. La phase de l'épiaison-floraison est une des plus critiques dans la vie de la plante ; elle intervient généralement après le deuxième mois de croissance.

### 3.2.2. SURFACES CULTIVÉES INONDABLES

Les relevés topographiques de la plaine de Niéna-Dionkélé furent effectués en 1954 et permirent le dessin de cartes à l'échelle 1/10 000°. Le tableau III résume l'analyse topographique des surfaces cultivées après aménagement agricole de la plaine en l'absence de digues de protection.

Tableau III  
Hypsométrie des superficies cultivées exprimées en hectares

altitude a	périmètre du Kuo	périmètre du Dougo	polder	total	total sans polder
a ≤ 331.40	135	120	517	772	255
a ≤ 331.60	175	160	517	852	335
a ≤ 332.00	338	313	517	1 168	651
a ≤ 333.00	594	553	517	1 164	1 147
a ≤ 334.00	697	639	517	1 853	1 336

En relation avec les types d'aménagement proposés par la SCET International dans la plaine de Niéna-Dionkélé (SCET, 1976), plusieurs cas doivent être envisagés. En l'absence de digues de protection, l'altitude du plan d'eau détermine les surfaces cultivées inondables si l'on connaît la position topographique des cultures.

Pour un aménagement simplifié sans polder, les surfaces cultivées sont protégées jusqu'à ce que le plan d'eau atteigne la cote 331.50 mètres. Pour un aménagement avec polder, les surfaces cultivées hors polder sont protégées jusqu'à la cote 331.50 et les surfaces cultivées dans le polder sont protégées jusqu'à ce que le plan d'eau atteigne la cote 332.00 mètres. Les variations des surfaces cultivées inondables en fonction de la cote du plan d'eau sont dessinées sur la fig. 3.

### 3.2.3. SURFACES CULTIVÉES INONDÉES, HAUTEUR ET DURÉE DE SUBMERSION

À la montée des niveaux d'eau, les surfaces cultivées inondées et les hauteurs de submersion sont déterminées par la cote du plan d'eau dans la plaine et par la position topographique des surfaces mises en culture dans les zones inondables, en relation avec le type d'aménagement (fig. 3).

À la descente des niveaux d'eau, il faut, en plus, tenir compte des capacités de drainage des périmètres inondés. Dans le projet d'aménagement de la plaine de Niéna-Dionkélé, les aménagements simplifiés ne prévoient pas le drainage des périmètres agricoles.

En utilisant les opérateurs pluies-débits définis par l'analyse des crues de la rivière Sessé, il est possible de reconstituer de longues chroniques de hauteurs d'eau dans la plaine de Niéna-Dionkélé. Il est donc théoriquement possible de reconstituer, pour chaque type d'aménagement proposé, l'historique des durées et des hauteurs de submersion sur un intervalle de temps d'une trentaine d'années correspondant aux plus longues séries pluviométriques observées.

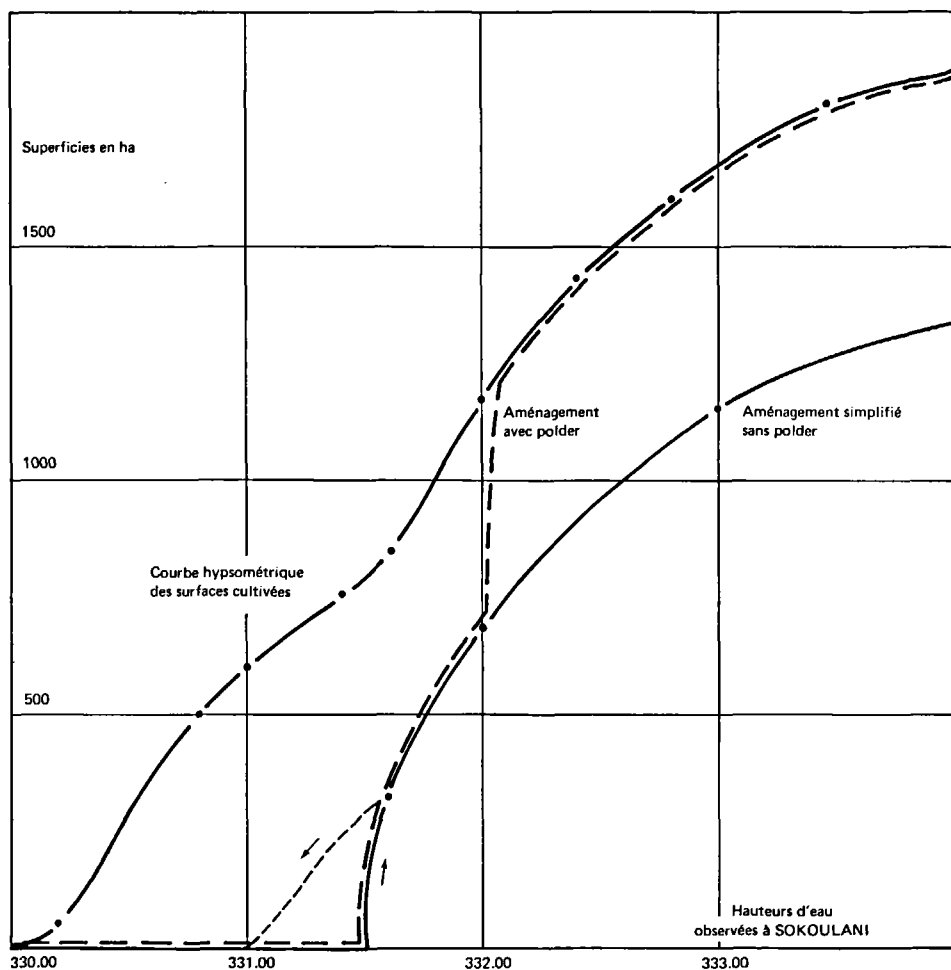


FIG. 3. — Superficies cultivées inondables

### 3.2.4. CARACTÉRISATION AGRONOMIQUE DES RISQUES D'INONDATION DANS LA PLAINE DE NIÉNA-DIONKÉLÉ

L'analyse hydropluviométrique des crues de la rivière Sessé montre que les risques d'inondations sont à craindre, dans la basse plaine de Niéna-Dionkélé, entre le 10 août et le 30 septembre.

En raison de leurs dates de semis différentes, qui conditionnent la taille du riz, par conséquent sa résistance à la submersion, riz irrigué et riz pluvial se comporteront de manière très différente.

#### *Riziculture irriguée*

Des apports en eau tardifs dans la plaine de Niéna-Dionkélé fixent le calage des cycles du riz irrigué entre le début du mois d'août et la fin du mois de novembre.

Entre le 10 août et le 10 septembre, la taille des plants passe de

18 centimètres à 55 centimètres et leur résistance à la submersion n'exécède pas trois jours.

Vers le 20 septembre, la taille des plants est voisine de 65 centimètres et leur résistance à la submersion est de 4 jours.

### *Riziculture pluviale*

Semé au début du mois de juillet, le riz pluvial atteindrait une hauteur d'environ 60 centimètres vers le 10 août ; sa résistance à la submersion serait alors de 4 jours.

Au début du mois de septembre, le riz pluvial entre en phase d'épiaison et de floraison, période critique du développement de la plante. À cette époque de l'année, un maintien du niveau des eaux à une cote inférieure à 60 centimètres au-dessus du sol, ne devrait provoquer aucun dégât aux cultures. Au-dessus de 60 centimètres, les dégâts varieraient en fonction de la hauteur d'immersion des panicules de riz.

### *Résultats, conclusions*

Pour une crue décennale, l'étude des crues de la rivière Sessé a fixé à 331.70 mètres la cote maximale atteinte par les niveaux d'eau. La vitesse de descente des niveaux d'eau est de l'ordre de 2 centimètres par jour et les dégâts causés aux cultures varient de la façon indiquée par les données du tableau IV.

TABLEAU IV  
Dégâts causés aux cultures par une crue de fréquence décennale

date d'occurrence de la crue	10 août		1 septembre		20 septembre	
	riz irrigué	riz pluvial	riz irrigué	riz pluvial	riz irrigué	riz pluvial
taille des plants	18 cm	60 cm	43 cm	-	65 cm	-
hauteur critique au-dessus du sol	13 cm	55 cm	38 cm	60 cm	60 cm	60 cm
cote au sol critique aux cultures	331.50	331.07	331.26	331.10	331.10	331.10
surfaces cultivées avec dégâts	295 ha	35 ha	180 ha	50 ha	50 ha	50 ha
pourcentage détruit de la récolte	16 %	2 %	10 %	4 %	3 %	4 %

En raison de son semis tardif au début du mois d'août, le riz irrigué apparaît beaucoup plus vulnérable aux inondations que le riz pluvial semé dès le début du mois de juillet. Pour une crue de fréquence décennale, les dégâts restent peu importants, sauf si l'inondation survient avant la fin du mois d'août sur une riziculture irriguée.

Les digues de protection, érigées jusqu'à la cote 331.50, paraissent peu efficaces pour lutter contre les inondations et gêneraient plutôt la descente des niveaux d'eau dans les périmètres ceints par ces digues. *Une protection efficace des cultures contre les risques d'inondation dans la plaine de Niéna-Dionkélé exigerait l'élévation des digues à la cote 332.00 mètres.*



Pour parfaire l'étude agronomique des risques d'inondation dans la plaine de Niéna-Dionkélé, il faudrait reconstituer de longues chroniques de hauteurs d'eau et en analyser les effets sur les rendements des cultures et sur les productions agricoles.

On pourrait ensuite proposer différentes stratégies culturales ou différents aménagements susceptibles d'augmenter la production ou les rendements.

### 3.3. Étude économique des risques d'inondation

L'étude économique des risques d'inondation dans la plaine de Niéna-Dionkélé n'a pas encore été réalisée. Pour effectuer une étude économique des dégâts, la meilleure solution serait de simuler le fonctionnement de plusieurs types d'aménagements et de comparer les gains réalisés sur de longues périodes. Il est malheureusement, en l'état actuel des connaissances, impossible de prévoir l'importance de la crue qui surviendrait sur un intervalle de temps fixé a priori. Le calcul des probabilités permet cependant de répondre à la question suivante : quel est le volume de crue ou la cote ayant la probabilité P d'apparaître au moins une fois dans les années à venir ?

T étant la période de retour, P la probabilité d'occurrence de l'évènement, P' la probabilité de non occurrence de l'évènement, n le nombre d'années, la formule de Poisson donne :

$$P' = \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n \quad P = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

La probabilité de voir une crue centennale (T = 100) en 10 ans (n = 10) est de 9,56 % ; sur une période de 25 ans, la probabilité de voir une crue centennale est de 22,2 %.

Si une crue centennale survenait dans la plaine de Niéna-Dionkélé, elle détruirait certainement la majeure partie de la récolte.

En reprenant les données économiques du projet de mise en valeur agricole de la plaine de Niéna-Dionkélé (SCET, 1976), sur une période de 25 ans, en l'absence de barrages sur les rivières Kuo et Dougo et dans les conditions définies par le projet d'aménagement, on peut estimer que les inondations font perdre environ la moitié d'une récolte annuelle moyenne, soit environ 20 % des bénéfices réalisés dans les 25 premières années de l'aménagement et 10 % des bénéfices pour les années suivantes.

Avec la construction de barrages sur les rivières Kuo et Dougo, sous réserve d'une gestion correcte de ces deux ouvrages, ceux-ci devraient pouvoir tamponner environ 6 millions de mètres cubes, c'est-à-dire que pour une crue décennale, les apports dans la cuvette de Karamassasso seraient provisoirement réduits à 13 millions de mètres cubes et le plan d'eau ne s'élèverait qu'à la cote 331.50 au lieu de 331.70. La construction de barrages en amont de la plaine de Niéna-Dionkélé, en partie destinés à écrêter les fortes crues, procure donc au projet d'aménagement une plus grande sécurité contre les risques d'inondation.

Toutefois, le coût de ces ouvrages est assez élevé, il a été estimé en 1976 à 460 millions de francs CFA pour le barrage du Kuo.

En reprenant les calculs, effectués en 1976 par la SCET International, sur les vingt cinq premières années de fonctionnement de l'aménagement, nous obtenons les résultats du tableau V exprimés en millions de francs CFA.

Ces calculs sont évidemment tout à fait théoriques, mais ils résument assez bien les choix économiques qui doivent être faits en matière d'aménagement de la plaine de Niéna-Dionkélé.

TABLEAU V  
Investissements, pertes et bénéfices en millions de francs CFA

	aménagement complet barrages-polder	aménagement simplifié polder	aménagement simplifié sans polder
investissements hydroagricoles	2 598	1 416	886
bénéfices sans inondations	2 126	2 273	2 016
pertes dues aux inondations	290	425	310
bénéfices réels sur les 25 ères années	1 836	1 848	1 706
bénéfices annuels suivants	230	170	124

Compte tenu des gros investissements nécessités par la construction des barrages, il apparait nettement que les effets favorables dus à leur construction ne se font réellement sentir qu'après les vingt cinq premières années de fonctionnement de l'aménagement.

Pour la protection des cultures contre les inondations, *le coût de l'érection de digues arasées à la cote 332.00 mètres*, qui protégeraient une superficie de 600 hectares, *a été estimé à 200 millions de francs CFA, soit trois fois moins que le coût de construction des barrages. Ces digues seraient d'une efficacité nettement supérieure à celle des barrages puisqu'elles permettraient d'accumuler un supplément de 13 millions de mètres cubes dans la basse plaine, sans dommages pour les cultures.*

#### 4. MOYENS ET PERSPECTIVES DE LUTTE CONTRE LES INONDATIONS DANS LA PLAINE DE NIÉNA-DIONKÉLÉ

Les moyens de lutte contre les inondations dans la plaine de Niéna-Dionkélé relèvent de deux stratégies complémentaires, hydrologique et agronomique, visant à éliminer ou à limiter les dégâts causés aux cultures par les inondations. L'étude économique permet de choisir les solutions les moins coûteuses qui satisfont au mieux des objectifs fixés.

##### 4.1. Stratégies hydrologiques

Dès 1957, l'ingénieur du Génie Rural G. MATON avait parfaitement défini les moyens hydrologiques de lutte contre les inondations dans la plaine de Niéna-Dionkélé : la maîtrise de l'eau à l'amont de la plaine en construisant des barrages écrêteurs de crues, la maîtrise de l'eau en aval de la plaine en améliorant l'écoulement des eaux dans l'émissaire Sessé, la maîtrise de l'eau dans la plaine même de Niéna-Dionkélé en érigeant des digues de protection des cultures et en controlant les débits par un ouvrage hydraulique à l'exutoire de la plaine.

Dans le meilleur des cas, en l'état actuel des aménagements, les cultures, situées dans l'enceinte des digues élevées à l'altitude 331.50 mètres, ne sont protégées que pour des évènements pluviométriques inférieurs à la fréquence décennale.

Afin de mieux protéger les cultures, nous avons montré précédemment que la solution la moins coûteuse et la plus efficace serait de surélever les digues jusqu'à la cote 332.00 mètres.

Outre cette stratégie curative de lutte contre les inondations, de loin la plus efficace, il existe également une autre stratégie de type préventif, susceptible de limiter les dégâts provoqués par les crues en limitant la montée des niveaux d'eau.

Elle consiste à mieux gérer l'ouvrage hydraulique de Karamassasso et elle se fonde sur l'étude des crues de la rivière Sessé (LAMACHÈRE, 1984) qui permet de prédéterminer les crues à partir de l'observation des pluviométries et de leur probabilité d'occurrence. Ainsi, pour l'année 1975, une ouverture permanente des vannes à partir du 30 juillet aurait maintenu le niveau maximum, de la crue la plus dangereuse pour les cultures, 20 centimètres au-dessous de la cote réelle atteinte cette année là.

On se reportera à la fig. 4 pour apprécier l'importance d'une gestion rationnelle de l'ouverture et de la fermeture des vannes du barrage de Karamassasso.

#### 4.2. Stratégie agronomiques

Face aux risques d'inondation dans la plaine de Niéna-Dionkélé, plusieurs stratégies agricoles ont été appliquées.

Elles relèvent d'attitudes psychologiques différentes de l'homme face à un risque : la fuite, l'inconscience, l'acceptation prudente et raisonnée.

L'absence de cultures, puis l'abandon des cultures dans la basse plaine après inondation et destruction, témoignent d'une stratégie de fuite devant les risques d'inondations. Pour un paysan vivant en autarcie, c'est probablement la stratégie qui lui convient le mieux et minimise les risques.

La mise en culture de la basse plaine avant 1950 puis l'existence du projet d'aménagement témoignent d'une acceptation des risques d'inondation que les études préliminaires hydrologiques ont essayé de quantifier. Le choix agronomique de mise en culture d'un riz pluvial au-dessous de l'altitude 331.50 s'apparente à l'acceptation raisonnée des risques.

En l'état actuel des aménagements, cette stratégie culturelle semble être la plus efficace pour limiter les dégâts causés aux cultures par les inondations sur les sols les plus exposés. Elle supprime évidemment les gains d'un rendement plus élevé de la riziculture irriguée par inondation contrôlée des basses terres de la plaine.

Le choix économique entre les deux solutions de riziculture pluviale ou de riziculture irriguée sur les plus basses terres exposées aux risques d'inondations n'est pas évident et nécessiterait une étude plus approfondie.

#### 5. CONCLUSION

Environ trente années après les premières études hydrologiques menées par l'ingénieur du Génie Rural G. MATON dans la plaine de Niéna-Dionkélé, les problèmes liés à l'aménagement agricole de cette plaine restent posés en termes à peu près identiques.

Des études hydrologiques intensives menées par l'ORSTOM sur une période de six ans (1974-76 et 1981-83), on peut maintenant extraire les paramètres hydrologiques permettant de quantifier les risques d'inondation et d'orienter les choix en matière d'aménagement. Sans remettre en cause les

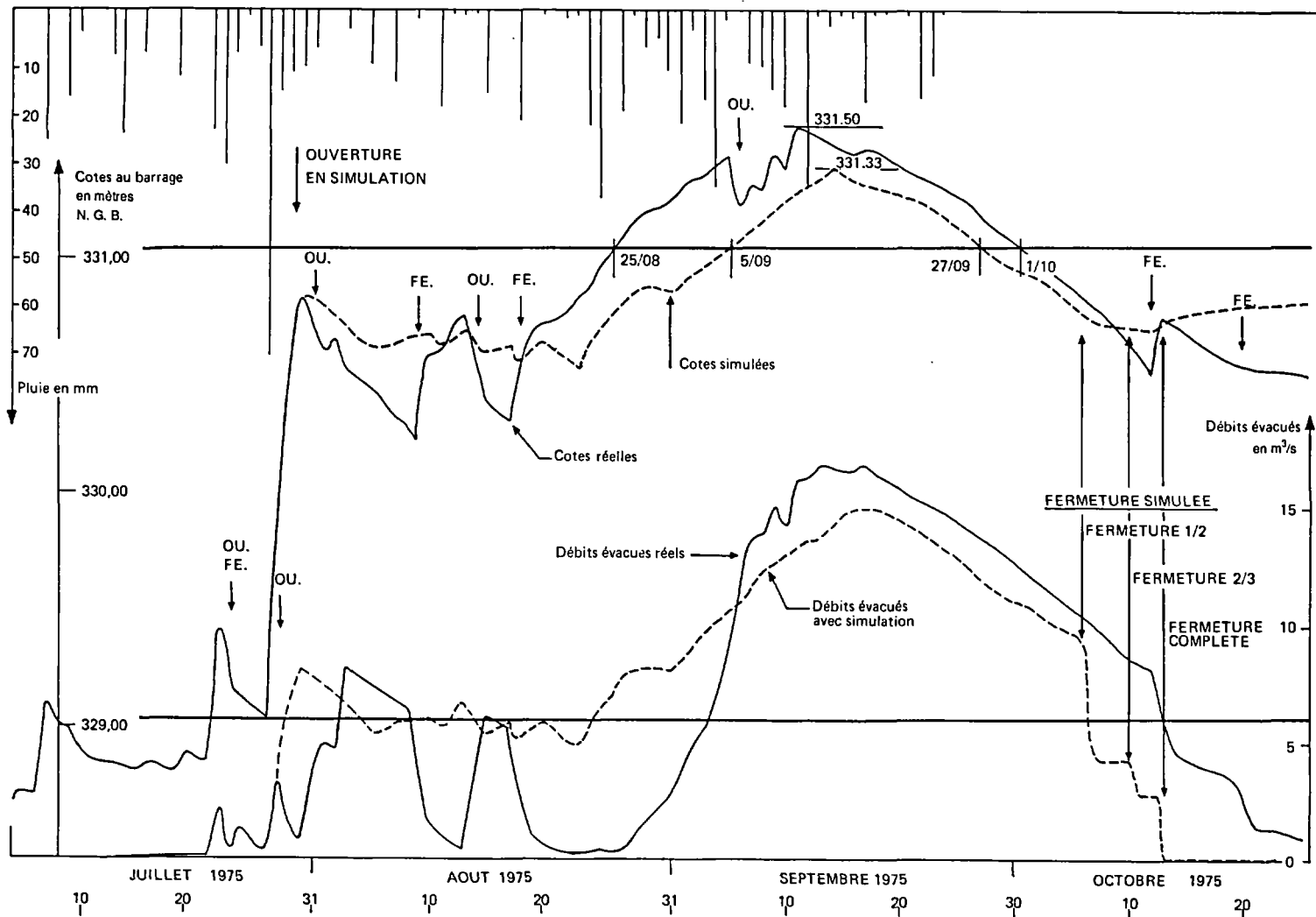


FIG. 4. — Sesse à Karamassasso, année 1975

choix effectués par le projet d'aménagement de la plaine de Niéna-Dionkélé, qui se fonde sur des critères économiques, l'analyse hydrologique et agronomique des risques d'inondations montre que l'érection de digues à la cote 331.50 mètres constitue une protection insuffisante et illusoire, elle montre également que les choix culturels peuvent être adaptés aux risques d'inondation qui varient avec la stratégie hydraulique adoptée pour la protection des cultures.

Il ne faudrait cependant pas croire que ces résultats sont acquis de façon définitive. Que survienne une déforestation des collines qui entourent la plaine de Niéna-Dionkélé, ou que survienne une dégradation importante du couvert herbacé, et les relations pluies-débits, définies sur le bassin versant de la rivière Sessé, s'en trouveraient modifiées dans le sens d'une aggravation des risques d'inondation. Un changement des conditions climatiques, dans le sens d'une plus grande sécheresse ou d'une plus grande pluviosité, est également susceptible d'atténuer ou d'aggraver les risques d'inondations.

La protection des cultures, contre les risques d'inondations dans la plaine de Niéna-Dionkélé, requiert donc une vigilance continue et une surveillance des paramètres hydrologiques qui conditionnent le ruissellement des eaux sur le bassin versant de la rivière Sessé et la montée du plan d'eau dans la basse plaine.

À court terme, une gestion pratique et rationnelle du barrage de Karamassasso est déjà susceptible de limiter de façon significative les risques d'inondation.

#### BIBLIOGRAPHIE

- MATON (G.), 1957. — Rapport préliminaire sur les études entreprises en vue de l'aménagement hydroagricole de la plaine de Niéna-Dionkélé, Service de l'Agriculture de Haute Volta, Section Technique du Génie Rural, rapport n° 271/AGRO/GR, 34 pages.
- SCET international, 1976. — Projet de mise en valeur agricole de la plaine de Niéna-Dionkélé, Plan d'aménagement hydroagricole, Direction de l'Hydraulique et de l'Aménagement de l'Espace Rural de Haute Volta, Ministère de la coopération française, Direction de l'Aide au Développement,  
— rapport général, 101 pages,  
— étude pédologique, 99 pages,  
— étude de la rivière Sessé, 11 pages,  
— plans et cartes de l'aménagement.
- LE BARBE (L.), 1977. — Étude hydrologique de la plaine de Niéna-Dionkélé, rapport définitif, République de Haute Volta, centre ORSTOM de Ouagadougou.
- LAMACHÈRE (J. M.), 1984. — Étude hydrologique des plaines de Niéna-Dionkélé et Foullasso-Lelasso, tomes 7 et 8, rapport définitif, République Démocratique et Populaire du Burkina Faso, centre ORSTOM de Ouagadougou, 387 pages.
- RODIER (J.) et AUVRAY (C.), 1965. — Estimation des débits de crues décennales pour des bassins versants de superficie inférieure à 200 km<sup>2</sup> en Afrique Occidentale, ORSTOM, CIEH, 30 pages et 13 figures.
- DOBELMANN (J. P.), 1976. — Riziculture pratique, tome 1 riz irrigué, tome 2 riz pluvial, Presses Universitaires de France, collection « techniques vivantes » publiée par l'Agence de coopération culturelle et technique.



# ***Risque cyclonique et agriculture dans les territoires français du Pacifique***

Jean-François DUPON \*

Les trois territoires français d'Outre-Mer du Pacifique groupent moins de 350 000 habitants. L'agriculture n'intervient que de façon mineure dans la formation de leur Produit Intérieur Brut. Si elle joue encore localement un rôle notable au plan vivrier de l'autosubsistance, cette activité est partout affaiblie dans le secteur spéculatif.

Les raisons structurelles de cet effacement sont multiples. L'agriculture et l'élevage commerciaux n'ont pu surmonter l'obstacle de coûts de production élevés dans des marchés locaux étroits, loin des grands foyers de consommation, face à la concurrence d'autres activités, sur des espaces exigus. Au nombre des facteurs limitants du milieu figurent aussi des handicaps climatiques, dont découle notamment l'imparfaite maîtrise de l'eau.

Les cyclones tropicaux sont un risque aléatoire de fréquence moyenne variable présent dans ces trois ensembles d'îles.

La réponse locale à ce risque est conditionnée en premier lieu par la fréquence des atteintes. Cependant que la législation métropolitaine en matière d'assurances contre les calamités agricoles n'est pas appliquée, les cyclones sont en outre de bons révélateurs des particularités économiques et sociales. Ils sont enfin une des occasions où s'exercent à chaud les obligations de l'État métropolitain.

## **PANORAMA SUCCINT DU SECTEUR AGRICOLE**

Sur la Grande Terre néo-calédonienne, le secteur spéculatif à majorité européenne, dominé par les éleveurs, s'est opposé depuis les débuts de la colonisation à celui d'une agriculture de subsistance traditionnelle surtout mélanésienne. Malgré les transferts fonciers et humains radicaux qui les ont marginalisés, les Mélanésiens ont aussi accédé aux cultures commerciales. Ils ont intégré l'élevage plus récemment. Les cultures spécialisées, souvent fait des minorités asiatiques et polynésiennes, ont répondu au gonflement du marché urbain de Nouméa. L'agriculture de la grand-Terre reste avant tout une agriculture de vallées. Celles-attirent aujourd'hui, pour les besoins de l'intensification, l'élevage européen demeuré longtemps extensif.

---

\* Géographe ORSTOM, B.P. 529, Papeete, Tahiti.

La société rurale des îles Loyauté, restées purement mélanésiennes, se distingue à ce titre de celle de la Grande Terre. En outre, dans un milieu nettement distinct d'atolls soulevés où le risque d'inondations est exclu, où le rapport des hommes à l'espace est souvent favorable, le secteur de subsistance a conservé une partie de sa vigueur après l'effacement du coprah.

Si elle fait encore vivre 38 % de la population, dont une majorité d'actifs mélanésien non salariés, l'agriculture ne fournit pourtant que moins de 3 % du P.I.B. Les surfaces cultivées ne représentent que 2 % de la superficie du territoire ; l'ensemble des activités agricoles à peine 15 %. Cette faiblesse contraste avec la puissance industrie minière et métallurgique, aujourd'hui en crise. C'est d'abord aux richesses du sous-sol, à la recrudescence cyclique de prospérité qu'elles ont déterminée, que la Nouvelle-Calédonie a dû la stagnation de son agriculture.

Les activités agro-pastorales des archipels qui composent la Polynésie Française sont aussi réduites. Elles sont desservies par le déséquilibre croissant d'un peuplement qui concentre à Tahiti, sur le quart des terres disponibles, 70 % de la population et plus de la moitié dans le grand Papeete. Très montagneuse, Tahiti n'est guère propice à l'agriculture. Les atolls des Tuamotu offrent sur un autre quart des terres émergées un potentiel des plus réduits, de gestion délicate. Depuis un quart de siècle les ressources salariales d'activités de services, multipliées par les besoins du Centre d'Expérimentations du Pacifique (CEP), se sont substituées à celle des productions traditionnelles et des cultures spéculatives d'origine coloniale (coprah-vanille), de sorte que la part des actifs agricoles n'atteint pas aujourd'hui 15 %. Face à l'effondrement des produits vivriers traditionnels, les productions horticoles et des élevages spécialisés, à Tahiti et dans quelques autres îles, témoignent d'un effort de réponse à de nouveaux besoins. Le coprah est resté la production commerciale la mieux adaptée aux Tuamotu. Mais il est fortement concurrencé par l'exploitation des ressources de la mer.

Plus de dix fois moins nombreuse que celle des deux autres territoires, la population de Wallis et Futuna ne dispose que d'un espace proportionnellement plus restreint encore. Or, il y a aussi aujourd'hui autant de Wallisiens et Futuniens en Nouvelle-Calédonie que dans leurs îles d'origine. Uvéa (Wallis), plus propice aux activités agropastorales que Futuna, concentre les 2/3 de la population. Dans les deux îles, les cultures sèches sur défrichements itinérants de l'intérieur, au détriment de la forêt, s'associent à des cultures irriguées pratiquées près du littoral. La production du coprah, unique source des revenus monétaires, a été relayée progressivement entre 1950 et 1970 par l'émigration de travail en Nouvelle-Calédonie. Si le régime traditionnel de la tenure s'oppose notamment, comme en Polynésie, au développement d'un élevage bovin rationnel, l'élevage du porc garde un aspect coutumier important. Agriculture et élevage sont donc voués aux seuls besoins d'une population dont 80 % des actifs travaillent dans le secteur agricole.

## LE RISQUE CYCLONIQUE ET SES NUANCES

On peut considérer globalement que, dans l'état actuel des connaissances, le risque cyclonique affectant les zones où sont situés les territoires considérés voit sa fréquence diminuer d'ouest en est. Les données historiques disponibles corroborent grossièrement le dénombrement, de plus en plus exhaustif, des dépressions tropicales saisonnières. L'extension des archipels, leur position, la dispersion et la taille des îles restent, toutes choses égales d'ailleurs pour



chaque territoire, des paramètres non négligeables de la proportion des atteintes effectives par rapport à l'ensemble des dépressions évoluant chaque année dans leur zone. Seule l'acquisition de données complètes sur une période assez longue devrait permettre de confirmer des tendances statistiques dégagées de toute subjectivité, de consolider des probabilités, d'affiner la prévision par rapport à ce qui est connu de l'histoire du risque et des trajectoires moyennes. L'amélioration des moyens de calcul a ouvert de nouvelles perspectives à cette démarche, laissant présager le dépassement d'évidences telles que la plus grande exposition du nord et de l'est de la Grande Terre néo-calédonienne, celle de la partie nord des atolls de l'ouest et du centre des Tuamotu, attestée par des accumulations de débris et de blocs coralliens (rides ou levées de tempêtes).

La Nouvelle-Calédonie est exposée aux dépressions naissant au sud de l'Équateur entre 170 et 150 degrés est. Ces dépressions la touchent en général après le recourbement de leur trajectoire mais sont rarement très fortes. Toutefois, si les vents très violents sont exceptionnels, la disposition longitudinale du relief montagneux de la Grande Terre favorise les fortes crues d'un réseau de cours d'eau transversaux, provoquant des inondations spectaculaires dans les basses vallées, en conjonction avec la marée de tempête lorsque celle-ci est marquée. À l'abord d'une côte, la « marée de tempête » provoquée par un cyclone résulte de la conjonction de plusieurs phénomènes. L'effet barométrique provoque une élévation hydrostatique du niveau de la mer, proportionnelle à la chute de pression. La composante dynamique du phénomène et la conservation du mouvement tourbillonnaire contribuent, dans les eaux peu profondes à l'approche du rivage, à augmenter cette élévation dans la zone des vents les plus forts. L'accumulation de l'eau par les vagues poussées à la côte se combine pour sa part avec les apports exceptionnels des cours d'eau et du ruissellement. La superposition de ces divers éléments est enfin modulée par le régime des marées astronomiques et la configuration côtière. Dans les baies et les estuaires, l'élévation du niveau de l'eau liée à la marée de tempête au passage du cyclone peut se trouver augmentée de 50 % et plus, alors qu'elle atteint couramment 3 à 4 mètres sur une côte ouverte. D'où l'importante contribution du phénomène, lors des cyclones, aux dommages causés sur des côtes plates et basses, en arrière d'un platier faiblement immergé (atolls des Tuamotu) ou sur des côtes à baies et estuaires profonds (Grande Terre de Nouvelle-Calédonie, certaines îles hautes de Polynésie). La localisation des activités agricoles dans les vallées et le long des lits en accroît d'autant la vulnérabilité.

Cent cinquante ans d'observations de plus en plus fiables n'ont pas permis jusqu'ici de mettre en évidence une périodicité du risque. Elles attestent aujourd'hui l'évolution moyenne annuelle d'une dizaine environ de dépressions tropicales pouvant intéresser la Nouvelle-Calédonie au cours de leur déplacement vers le sud-est. Au cours des 30 dernières années, moins de la moitié des dépressions identifiées dans la zone comprise entre le détroit de Torres et l'archipel fidjien ont traversé la zone de responsabilité immédiate du centre météorologique de Nouméa. Un tiers à peine de ces dernières - soit moins de 15 % des dépressions formées —, ont affecté le territoire en occasionnant des dommages, à raison d'un peu plus d'un individu par an. Les 3/4 des dépressions observées l'on été entre le dernier tiers de décembre et le premier tiers d'avril. Février apparaît comme le mois du plus fort risque.

En Polynésie, fréquence saisonnière des dépressions et fréquence de leurs atteintes directes sont sensiblement moindres. La plupart apparaissent au nord-ouest des îles Cook et rares sont celles qui atteignent le stade du cyclone

(vents moyens de 120 km/h et plus). Le risque majeur réside dans le cas des îles montagneuses, dans les effets des pluies diluviennes (inondations, glissements de terrain); dans le cas des îles basses (atolls) dans ceux de la marée de tempête. Au cours de la période 1941-1981, 29 dépressions ont affecté directement les archipels polynésiens contre 40 en trente ans en Nouvelle-Calédonie. Les observations des 20 dernières années, fondées sur l'utilisation des données satellitaires, semblent en fait montrer une fréquence saisonnière moyenne d'apparition des dépressions plus de deux fois moindre dans la zone intéressant la Polynésie Française que dans celle de la Nouvelle-Calédonie pour une répartition saisonnière équivalente, quoique calculée sur un plus petit nombre d'individus.

L'étendue océanique du territoire (plus de 4 millions de kilomètres carrés, plus de 2 000 km du nord au sud et de l'est à l'ouest) impose une différenciation régionale du risque, tentée par le service météorologique. La région des Australes, au sud, pourrait être touchée par une dépression tous les deux ou trois ans. Plus au nord, au-delà d'une zone de transition incorporant l'archipel de la Société, le risque ne serait plus, aux Tuamotu, nuancé par la position en longitude et la dispersion relative des atolls, que d'une perturbation tous les 10 ou 25 ans. Il s'amenuise aux Marquises du fait de la latitude de cet archipel, proche de celle où se forment ordinairement les dépressions dont le renforcement ne s'acquiert qu'ensuite, au cours de leur déplacement vers le sud-est.

La saison 1982-1983, au cours de laquelle les archipels ont été gravement frappés à cinq reprises, a rappelé à la population et aux autorités, mal préparées par la croyance au caractère exceptionnel des dépressions cycloniques, les dangers de leur nature aléatoire. Cette série a confirmé la relation entre le déséquilibre thermique de l'océan aux basses latitudes et la répartition saisonnière des zones propices à la formation des cyclones. La contrepartie de cette forte activité cyclonique dans le centre du Pacifique sud paraît au contraire avoir été la faiblesse concomitante de la cyclogénèse dans l'ouest, dont fait partie la Nouvelle-Calédonie. De la meilleure connaissance des hydroclimats pourrait résulter dans un avenir proche, sinon une amélioration de la prévision à moyen terme, du moins la justification de la prévention par une probabilité mieux fondée.

En dehors des situations de déséquilibre thermique du type de 1982-83, le Territoire de Wallis et Futuna peut être affecté quant à lui par des dépressions d'été nées entre le nord du Vanuatu et les Ellice (Tuvalu). Dans leur déplacement, ces dépressions touchent suivant les cas les îles de la zone comprise entre Fidji et les Samoa. En 150 ans d'observations, la fréquence moyenne des atteintes a été de l'ordre d'une tous les cinq ans. Au cours des 35 dernières années, 32 dépressions (dont huit ont atteint le stade du cyclone) ont traversé la zone de 25 degrés carrés contenant Uvéa et les îles de Horn (Futuna et Alofi). Un quart d'entre elles ont affecté les îles, y provoquant les dommages.

## LA RÉPONSE AU RISQUE : DE LA FAMILIARITÉ À L'INDIFFÉRENCE

Comment ont évolué, dans le contexte qui vient d'être esquissé, la perception du risque et les réponses qu'y ont apporté les agriculteurs océaniques de ces territoires ? La familiarité ancienne du risque est attestée par la tradition orale et par un ensemble de stratégies conservatoires et préventives nuancées



PHOTO 1. — Une technique culturale adaptée au risque : les tarodières irriguées des bas de pentes en arrière du littoral à Futuna. Cliché J. F. DUPON



PHOTO 2. — Tarodières irriguées de bas de pentes en arrière du littoral à Futuna, après le cyclone Raja, décembre 1986. Cliché J. F. DUPON.

par la gamme des plantes cultivées, les techniques de construction, l'exposition.

C'est à Wallis et Futuna que la persistance des formes de l'existence traditionnelle a laissé subsister le plus longtemps ces techniques d'adaptation, qu'il s'agisse de la conservation d'aliments avant ou après les cyclones (ensilage et fermentation du fruit à pain jusque dans les années 30), de l'habitat traditionnel (surélévation, renforcement des structures du côté le plus exposé aux vents de tempête, protection et sauvegarde des couvertures). Ailleurs, l'implantation de l'habitat (aux Tuamotu, sur le versant des atolls le plus abrité, aux Loyauté, à l'abri du bourrelet littoral), son adaptation au vent (structure souple ligaturée des cases en ruche à poteau central aux Loyauté), témoignent aussi de la prise en compte du risque. Il en va de même des réserves alimentaires (gâteaux de pulpe des fruits de pandanus aux Tuamotu), de l'implantation des cultures et des techniques culturales (fosses à taros abritées du côté du lagon dans les atolls, cultures sur grands billons des vallées inondables et terrasses irriguées de versants de l'agriculture mélanésienne en Grande Terre) (Photos 1 et 2). Partout enfin, la première conséquence des cyclones étant que les famines consécutives aux destructions de récoltes pouvaient être, l'isolement aidant, plus meurtrières que leur passage, on a eu recours à des aliments de disette dont le souvenir est resté vivace. En libérant les populations de l'obligation d'un ajustement rigoureux des effectifs aux ressources, la colonisation européenne a largement fait perdre leur justification à ces stratégies. La prévision météorologique si imparfaite qu'elle ait pu être, a pris le relais de l'observation des signes précurseurs (à moyen et court terme). Aides et secours ont enfin contribué à rendre sans objet les tentatives de rationalisation a posteriori (cyclone sanction, cyclone purificateur et régénérateur de la nature). Rapidement acheminés, distribués en général sans discrimination, ils ont affranchi les populations des techniques de survie alors même que l'extension des cultures commerciales (principalement celle du cocotier) réduisait les espaces de collecte des aliments naturels de disette, que certaines plantes introduites moins vulnérables (le manioc, la patate) facilitaient à cet égard l'existence des agriculteurs.

De fait, ces changements, allant de pair avec le développement d'activités spéculatives qui fondaient l'usage de la monnaie dans la logique des échanges coloniaux, ont surtout rendu les populations étroitement tributaires d'habitudes alimentaires nouvelles liées à l'usage plus ou moins volontaire de produits importés. Contrepartie de la raison économique, la logique politique implique désormais en cas de dommages graves aux cultures de rente, une assistance alimentaire officielle. Elle se fait par facilité et opportunité en riz, farine, sucre, viande de conserve, confirmant ainsi la dévalorisation et le déclin des aliments coutumiers. De multiples témoignages attestent la mise en place du processus. Après deux cyclones en février et mars 1889 par exemple, les habitants d'Uvéa (Wallis) recourent d'abord aux plantes de disette qui complètent les récoltes restées en terre et les noix de coco tombées, mais un incendie général de l'île les ayant privés de ces ressources, ils ne survivront que grâce à la distribution prolongée de vivres par les autorités du Protectorat.

Pour sa part, le développement des cultures commerciales n'accroît pas seulement la vulnérabilité des populations en les rendant doublement tributaires de la monnaie et des produits importés face au risque climatique. Elles conduisent dans certains cas les agriculteurs à négliger les réflexes de protection. La majeure partie de la population de l'atoll de Kaukura est ainsi surprise, dans les campements saisonniers précaires d'un îlot exposé où elle se livre à la préparation du coprah, par le cyclone de février 1878 qui fera 117 victimes.

En Nouvelle-Calédonie, ces processus ont sans doute joué, mais en concurrence avec des épisodes liés à la colonisation pénale et de peuplement qui ont accéléré l'affaiblissement en Grande Terre des savoirs coutumiers face au risque et celui de l'agriculture traditionnelle : développement de l'élevage européen parallèlement à la spoliation foncière, déplacements de population et cantonnement sur les réserves de groupes autochtones longtemps frappés par le déclin démographique. Le mouvement a été confirmé par l'adoption progressive des cultures commerciales par les mélanésiens. L'écrasement des activités agro-pastorales par l'industrie extractive a fait le reste.

## DE L'INDIFFÉRENCE À LA DÉPENDANCE

La tradition d'une colonisation européenne agricole de peuplement, les illusions durables entretenues sur le potentiel agro-pastoral d'un espace sous-peuplé et en apparence disponible, jusqu'à ce que fassent jour les revendications des Mélanésiens, une volonté politique de tenir « la brousse » justifiée par l'importance de l'enjeu minier et entretenue par les mirages de l'esprit pionnier : les raisons n'ont pas manqué en Nouvelle-Calédonie pour organiser face au risque climatique, sans doute réel, une assistance aux couleurs de l'assurance dont la principale originalité a été de reposer, d'abord sur des ressources locales.

À l'inverse, les mutations de l'économie rurale précipitées en Polynésie Française par l'implantation du CEP, n'ont pas suscité l'apparition du même type de protection. L'assistance y reste la seule réponse à un risque de faible fréquence, surtout dans des archipels à l'économie ébranlée par l'attraction de Papeete comme les Tuamotu. La série des cyclones de 1982-1983, survenue dans des îles peu préparées, a illustré de manière dramatique le coût immanent du hasard.

Enfin, à Wallis et Futuna, la faiblesse des enjeux économiques sinon politiques, permet, en l'absence de tout système de garantie des agriculteurs contre le risque, le libre jeu de l'assistance extérieure.

### La CAMA en Nouvelle-Calédonie

En cas de dommages consécutifs à un cyclone, agriculteurs, et éleveurs de Nouvelle-Calédonie peuvent recevoir des secours exceptionnels de la Métropole. Mais ces allocations ne sont versées qu'à une minorité et elles ne représentent qu'une part limitée des dommages estimés. Elles concernent en outre les producteurs qui n'ont pas souscrit d'assurance auprès de la Caisse locale d'Assurances Mutuelles Agricoles, (CAMA), à laquelle adhéraient ces dernières années plus du 1/5 du total des exploitants. La caisse fonctionne depuis 30 ans et n'est pas une véritable mutuelle car ses ressources ordinaires, provenant des cotisations fixées à 5 % de la valeur assurée, ne représentent qu'une fraction réduite des ressources extraordinaires demandées en cas de sinistre au gouvernement local et qui proviennent d'un « Fonds Spécial de Prévoyance » alimenté par une taxe sur les importations du Territoire. Depuis plusieurs années, la Caisse n'assure plus que les dégâts causés par les cyclones et les inondations, estimant que l'intensification fourragère et les progrès de l'hydraulique agricole ont mis les éleveurs à l'abri du risque de la sécheresse, ce qui est loin d'être vrai. Sur déclaration préalable vérifiée (difficilement dans le cas des cultures vivrières autochtones, à l'ordinaire mélangées dans des jardins parfois collectifs) les sociétaires fixent eux-mêmes le montant des biens, cheptel

et cultures qu'ils souhaitent assurer. En cas de dommages, l'inventaire est effectué par les Services Ruraux chez les sociétaires des zones déclarées sinistrées par le gouvernement territorial sur avis des Services de la Météorologie et de l'agriculture. L'estimation s'opère en fonction d'un barème tenant compte de la nature et de l'état des cultures et du cheptel.

Lors du cyclone Alison (mars 1975), un des plus dévastateurs connu alors depuis 30 ans, 1 010 assurés sur 1 150 (pour 2 000 sociétaires) furent déclarés sinistrés. Les dégâts réels dépassaient 294 millions de F. CFP (16.17 millions de F.) (1 Franc CFP = 0,055 F.F.), mais les dégâts indemnisables seulement 112 millions (6.16 millions de F.) par suite de la sous-estimation du risque par les sociétaires. Sur des dommages d'ensemble évalués officiellement à plus d'un milliard de F. CFP (55 millions de F.), l'agriculture, l'élevage et le maraîchage représentaient plus de la moitié. Un peu plus du 1/10 seulement de cette somme fut versée sous forme de secours à 69 producteurs individuels, pour 15 % de leurs dommages. Dans le cas des sociétaires de la CAMA le Conseil de Gouvernement ne débloqua que 60 % de la somme des dégâts indemnisables, en provenance du fonds de prévoyance. Si la Caisse s'élevait contre la distribution de secours aux agriculteurs non assurés, même dans une situation exceptionnelle, le gouvernement territorial entendait moraliser un fonctionnement qui avait permis bien des abus à des producteurs européens peu scrupuleux de l'ouest de la Grande Terre. Plusieurs préféraient en effet l'indemnisation à la récolte de champs trop régulièrement inondés et pourtant délibérément assurés (photo 3).

Lors du cyclone Gyan (décembre 1981) l'ensemble du territoire fut déclaré zone sinistrée, du fait surtout des dégâts des eaux. La plupart des 1 443 sociétaires ayant souscrit une assurance furent indemnisés pour 240 millions de F. CFP sur 315 assurés (soit plus de 75 %) alors que l'estimation des dégâts avait porté leur montant à 389 millions.

Ainsi, de 1959 à 1982, la caisse a-t-elle versé (en francs constants, année de référence : 1959) 564 millions de F. CFP (31 millions de F.F.) à ses sociétaires, pour un total de dommages estimés supérieur à un milliard de F. CFP (55,7 millions de F.F.). L'augmentation du nombre des sociétaires, ralentie pendant le boom minier entre 1965 et 1975, a connu depuis une réelle accélération. En 1982, le rapport des sociétaires à la population et la part relative des valeurs assurées, par grands ensembles régionaux, s'établissaient comme suit :

	% Sociétaires CAMA	% Population Totale (*)	% des valeurs assurées
Communes Ouest Grande Terre	33	53	58
Communes Est Grandes Terre	59	29	39
Iles Loyauté	8	18	3
	100	100	100

\* A l'exclusion de la ville de Nouméa

Or l'analyse chronologique des dommages et des indemnisations à la suite du passage des dépressions et des cyclones depuis 20 ans montre que les assurés de l'est de la Grande Terre, plus nombreux que ceux de l'ouest, ont perçu des indemnisations cumulées inférieures à ces derniers pour des dommages plus élevés. L'inégalité devant le risque souligne ainsi la dualité des activités. Les petits exploitants et les collectivités mélanésiennes, majoritaires à



PHOTO 3. — Nouvelle-Calédonie, Grande Terre. Pâturages et cultures de la Vallée de la Nera (Côte ouest) inondés lors du cyclone Freda (mars 1981). *Cliché* Nouvelles, G. DINET



PHOTO 4. — Tahiti. Vallée d'orofero. Effets du vent (végétation) et destruction de cultures et de bâtiments (élevage industriel), en implantation risquée, cyclone Veena (avril 1983). *Cliché* Aéronavale

l'est, assurent souvent des valeurs moins élevées que les exploitations européennes de l'ouest qui pratiquent une agriculture et un élevage spéculatifs justifiant un coût plus élevé du risque. La préparation plus grande des exploitants européens contribue à renforcer ce déséquilibre, car à la fréquence plus élevée des affiliations au niveau local correspondent souvent des activités dont la protection est plus coûteuse, sans que puisse être invoquée avec netteté l'incidence d'un risque plus grand sinon d'une vulnérabilité particulière. Il est patent, à travers de multiples exemples locaux qui ont parfois motivé l'intervention répressive des pouvoirs publics, que l'exposition au risque d'inondation (de fréquence moins aléatoire que le cyclone, garantissant même pour certaines terres de vallées une régularité saisonnière) a été délibérément recherchée et entretenue par des sociétaires peu scrupuleux de la partie occidentale de la Grande Terre. Ces fraudes sont naturellement plus difficiles à dépister que les déclarations abusives. Elles justifiaient une délimitation de détail des zones exposées à laquelle pourrait faire pendant une modulation saisonnière des indemnisations. La première, réclamée de longue date par les autorités administratives, n'a jamais été effectuée. La seconde n'a jamais été appliquée de manière rigoureuse et continue. Dans une situation où les meilleures terres sont souvent aussi les plus exposées, où le contexte économique général a longtemps marginalisé le secteur agro-pastoral et incité une partie des producteurs à préférer le pari météorologique à la poursuite raisonnée d'une productivité accrue, c'est l'ensemble de la prévention qui devrait être repensé à la faveur de la réforme foncière en cours. Cette politique est aujourd'hui amorcée puisque 19 rivières du versant ouest de la Grande Terre (contre 6 seulement sur le versant est) on fait l'objet d'aménagements du Génie Rural destinés à limiter les effets des crues.

### **Les cyclones de 1982-1983 en Polynésie française**

En Polynésie française, la faible fréquence du risque cyclonique, l'absence d'une véritable agriculture de vallées exposées aux crues (malgré des exceptions locales, surtout à Tahiti) n'ont pas justifié la création d'une caisse d'assurances agricole contre les calamités, que la persistance du principe de l'indivision rendrait de surcroît très difficile à administrer. Diverses formes d'aides sont mobilisées et distribuées règlementairement par la puissance publique en cas de sinistre affectant l'agriculture. Les secours dits d'urgence ne s'appliquent en principe qu'aux biens mobiliers. Les aides provenant du fonds de secours aux victimes des sinistres et calamités peuvent s'appliquer à la reconstitution des moyens de production en complément des aides mises en œuvres par le gouvernement du territoire sur ses ressources propres. Les interventions de l'état, identiques dans les territoires considérés, sont sollicitées et relayées par le secrétariat d'état aux DOM-TOM. Sur place, leur application est le fait des services sociaux territoriaux. Lors des cyclones catastrophiques de 1982-83, le gouvernement local a fait face à ses obligations au moyen d'une taxe exceptionnelle sur les importations, d'importants emprunts bancaires (assimilables à une aide indirecte de l'état métropolitain en raison des conditions consenties), de prélèvements sur son budget, qui se sont ajoutés aux aides et secours du gouvernement central. L'effort de réhabilitation a été coordonné par une Agence Territoriale de la Reconstruction (ATR) créée pour la circonstance. Les dommages directs à l'agriculture (540 à 560 millions de F.CFP) ont représenté le dixième environ du total des dommages estimés. Cette évaluation, qui ne comprend pas les dégâts subis par les cocoteraies, est proche de la valeur cumulée des indemnisations versées par la CAMA en



Nouvelle-Calédonie sur 22 ans, en francs constants. Ceci souligne le caractère exceptionnel des atteintes, les plus graves depuis celles du début du siècle. Hormis les cocoteraies et les forêts, les cultures vivrières, les élevages avicoles et porcins, l'horticulture florale ont subi les dommages les plus élevés (photo 4). Plus des 9/10<sup>e</sup> des aides allouées par l'ATR l'ont été aux îles de la Société où se trouvaient 83 % des agriculteurs et éleveurs indemnisés. Plus de 80 % de ces aides sont en fait allées à moins de 40 % des indemnisés dans les seules îles de Tahiti et Mooréa du fait de la spécialisation horticole et de la présence des élevages industriels. Marquises et Australes n'ont été que peu touchées. Aucune aide n'a été allouée aux Australes. Les atolls des Tuamotu au contraire furent sévèrement éprouvés, mais pour 7 % de la population, 6 % des agriculteurs indemnisés n'y percurent que 3 % de l'aide. Or les Tuamotu fournissaient près de 60 % du coprah, production agricole commerciale largement subventionnée qui reste la première du Territoire. Mais s'il est vrai que dans plus de la moitié des atolls touchés les pertes constatées ont pu dépasser 50 % des arbres, il est difficile de faire la part exacte de ce qui fut une sélection salubre dans des plantations indécises (à 10 000 ha près), vieilles (50 % d'arbres de plus de 75 ans, 80 % de plus de 50 ans), négligées, malades (photo 5). La récolte irrégulière reflétait ces dernières années encore une desserte approximative, les fluctuations du cours et l'attrait d'autres opportunités (CEP, perliculture) malgré le soutien consenti aux producteurs. Le régime foncier, en contradiction avec le principe des plantations pérennes, et la déprise humaine sur les atolls rendent compte, de manière plus générale, de la vulnérabilité consécutive à cette mauvaise gestion et à l'état d'impréparation



PHOTO 5. — Atoll d'Ahe, Tuamotu. Effets de la marée de tempête du cyclone Orana (février 1983) sur la cocoteraie. Cliché Aéronavale

des archipels dans leur ensemble à un risque de faible fréquence. Celle-ci à joué, de façon moins uniforme mais souvent spectaculaire dans les îles hautes, notamment à Tahiti dans les vallées où l'implantation imprudente de cultures spécialisées et d'élevages leur a souvent été fatale en dépit de l'existence de quelques aménagements préventifs dans la partie aval des cours d'eau principaux. Dans le cas de la cocoteraie des Tuamotu, l'action de l'ATR a consisté à amplifier un programme de régénération antérieur aux cyclones. Ce programme, portant sur 5 000 ha, doit permettre aux producteurs rétribués pour la plantation des arbres, de traverser moins difficilement la période creuse consécutive aux dommages. L'aide allouée à ce titre en 1983 et 1984 a dépassé 120 millions de F.CFP. Or, dès la fin de 1984, la reprise de la production après une baisse de plus de 60 % par rapport à 1982, quoique servie par la hausse du cours du coprah, confirmait malgré les pertes subies la sous-exploitation de la cocoteraie avant les cyclones. Il est malheureusement probable que le coup de fouet donné dans les atolls, et par la calamité et par la réhabilitation consécutive, à une spéculation qui les a rendus depuis longtemps tributaires de vivres importés n'aura guère d'effets durables, à l'image du feu de paille produit dans l'économie de l'ensemble du territoire par l'injection massive des crédits de la reconstruction.

### Les cyclones de 1964-1965-1966 à Wallis et Futuna

Moins spectaculaire à Wallis et Futuna, l'amplification du coût du risque par sa rareté, l'absence de prévention qui en découle, n'en restent pas moins préoccupants si l'on considère les effets indirects de l'assistance au coup par coup. Depuis le siècle dernier, le recours palliatif aux distributions de vivres a pratiquement été l'unique réponse des autorités en cas de dommages. Il s'en est suivi l'abandon des stratégies traditionnelles de prévention qui s'assimilent plutôt au sauvetage : l'abattage, à l'approche du cyclone, de l'appareil végétatif des plantes pouvant rejeter rapidement (bananier, manioc) par exemple.

Les cyclones de 1964, 1965 et 1966 ont parachevé le déclin des cocoteraies d'Uvea attaquées par les parasites et délaissées par suite de l'attraction croissante de la Nouvelle-Calédonie. Le coprah n'étant plus préparé, les cocoteraies négligées sont devenues plus vulnérables. Dans des îles exclusivement rurales, où la pêche reste mineure, l'importance de la répercussion des pertes sur les disponibilités alimentaires est frappante. La place conservée à Futuna par le fruit à pain, dont la grande récolte va de décembre à février, rend cette île plus sensible aux pertes occasionnées par les cyclones. Après celui de novembre 1964, elles sont estimées à 60 % de la ration alimentaire pour la durée de la grande saison, 15 % de celle de la petite (août). Les pertes des bananiers diffèrent de six mois la récolte suivante, soustrayant 20 % de la ration. L'appoint de vivres importées (riz, farine, sucre) va s'avérer nécessaire pendant six mois à partir de janvier, après la consommation des tubercules et racines restés en terre. Cette situation, à laquelle une aide gouvernementale métropolitaine rapidement mobilisée à concurrence de 80 % des besoins exprimés (dont les 2/3 aux besoins alimentaires) aurait dû permettre de faire face, est remise en question dès février 1965 par un nouveau cyclone. Le déficit précédent est aggravé, rendant nécessaires les distributions de vivres (2 Kg de riz, 1 Kg de farine, 0,5 Kg de sucre par personne deux fois par mois) jusqu'à la fin de l'année. L'ouverture de chantiers publics (routes) sera destinée à compenser le manque à gagner sur ce qui subsiste alors de la production du coprah. La reconstitution rapide des plantations de tubercules est encouragée

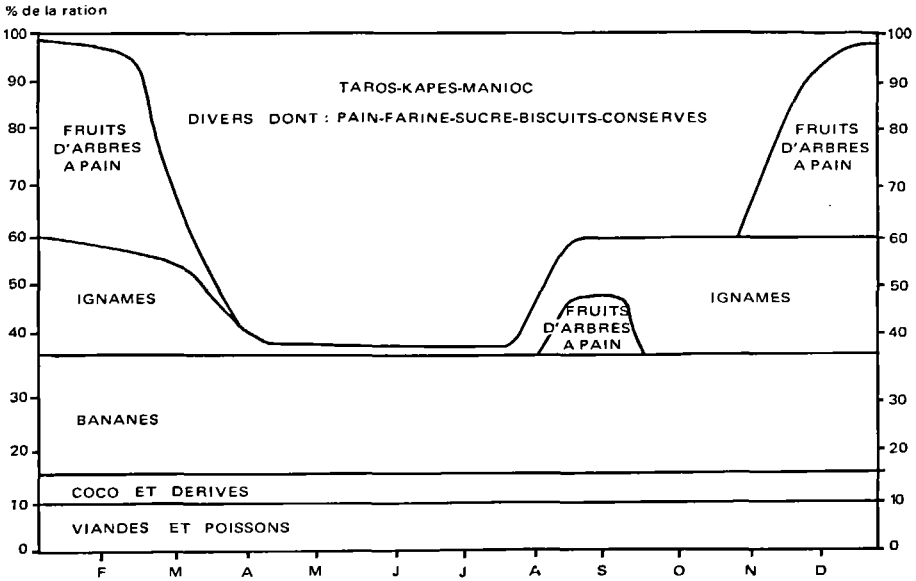
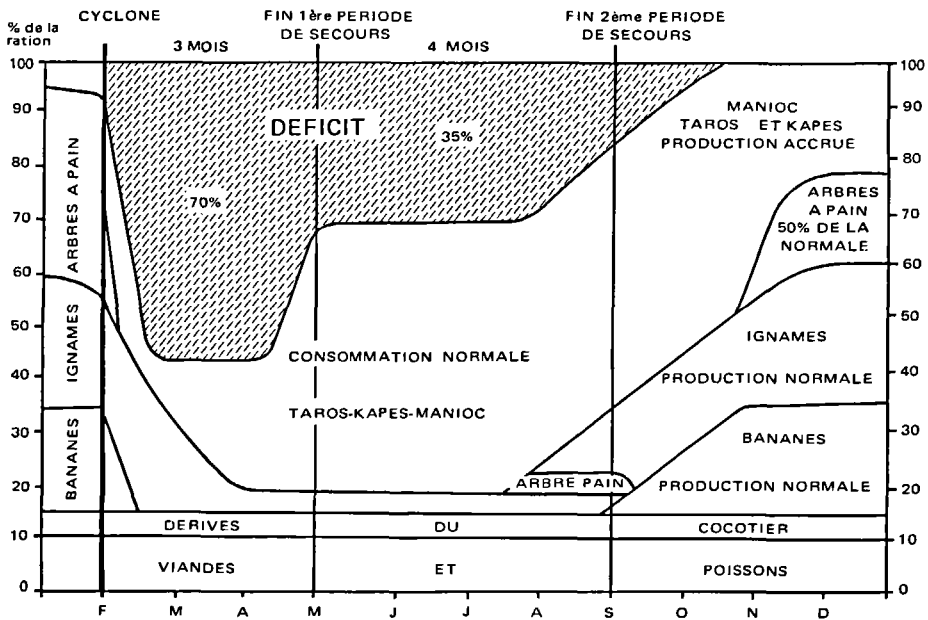


FIG. 1 a. — Estimation du déficit alimentaire causé par le cyclone de 1966 à Wallis (Uvea). Importance relative des éléments de la ration alimentaire au cours d'une année normale



Sources : Service de l'Agriculture de WALLIS et FUTUNA

FIG. 1 b. — Situation après le cyclone des 29-30 janvier 1966 (en tenant compte d'une utilisation normale des cultures en cours)

par les autorités de l'église, toute puissante ici, mais aucune aide directe à la réhabilitation proprement dite de l'agriculture n'est mise en œuvre.

L'année suivante, un nouveau cyclone touche les deux îles en janvier. Les dommages des deux années précédentes sont souvent confirmés par le vent, les embruns et une marée de tempête de 1,5 à 3 m suivant les secteurs de la côte. L'orientation des pentes a modulé à Futuna des dommages aux cultures sèches plus importants qu'à Uvéa. En revanche, les tarodières irriguées, bien abritées à l'arrière du littoral n'ont guère souffert, les pluies ayant été peu intenses, alors que celles d'Uvéa ont souvent été atteintes par la mer. Cette fois, les autorités coutumières participent activement à l'estimation des dommages. Elles dirigent la remise en état des arbres nourriciers abattus pouvant être redressés. Les pertes de racines et tubercules ont été limitées, compensant celles des arbres à pain, à l'exception des ignames. Malgré leur sous-utilisation déjà acquise, creusant le déficit dû aux cyclones des deux années précédentes, les cocoteraies pourront satisfaire à l'autoconsommation. Les besoins alimentaires de complément et les chantiers publics de compensation du coprah représenteront le tiers du coût final des dégâts (33 millions de F. CFP). Le déficit alimentaire (70 % dans les trois mois suivant le cyclone, 35 % ensuite à Uvéa, 30 % à Futuna) allait nécessiter des distributions de vivres pendant sept et trois mois dans ces deux îles respectives (fig. 1). Bien que la dotation gouvernementale n'ait pas permis cette fois-ci, l'exécution intégrale de ce programme, le petit territoire allait à nouveau s'endormir à l'orée d'une décennie sans cyclones, avec les seules assurances de la solidarité nationale et de la générosité de sa nature.

Nuancée dans les TOM du Pacifique par des conditions socio-économiques produites autant par le statut que par le milieu et l'histoire, la faible fréquence du risque y fait des cyclones les alliés objectifs de l'assistance.

Celle-ci s'exerce au détriment du dynamisme d'activités agricoles dont la vulnérabilité résulte cependant plus de la logique des lois du marché que d'un handicap climatique mal pris en compte, sinon sous la forme hasardeuse du pari.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ARNELL (N.), 1983. — Insurance and natural hazards, Department of Geography, University of Southampton. *Discussion paper* n° 23, 35 p.
- BURTON (I.), KATES (R. W.), WHITE (G. F.), 1978. — The environment as hazard, OUP, New-York, 240 p.
- CAMPBELL (J. R.) 1984. — Dealing with disaster, hurricane response in Fiji, PIDP, East West Center, Honolulu, 209 p.
- DUPON (J. F.), 1984. — Where the exception confirms the rule : the cyclones of 1982-1983 in French Polynesia, *Disasters*, 8.1 : 34-47.
- DUPON (J. F.), 1985. — Préparation aux désastres et expérience des désastres en Nouvelle-Calédonie, PIDP, East West Center, Honolulu, 76 p.
- DUPON (J. F.), 1985. — Disaster preparedness and disaster experience in French Polynesia, PIDP, East West Center, Honolulu, 85 p.
- DUPON (J. F.), 1985. — Préparation aux désastres et expérience des désastres à Wallis et Futuna, PIDP, East West Center, Honolulu, 67 p.
- FRANCO (A.B.), HAMNETT (M. P.), MAKASIALE (J.) *et al.*, 1982. — Disaster preparedness and disaster experience in the South Pacific, PIDP, East West Center, Honolulu, 380 p.
- SIMPSON (R. H.), RIEHL (H.), 1981. — The hurricane and its impact, Basil Blackwell. Oxford, 398 p.

# ***L'arbre et le maintien des potentialités agricoles en zone intertropicale humide***

Daniel Y. ALEXANDRE \*

Dans la zone intertropicale humide, le sol et la végétation naturelle forestière sont dans un état d'équilibre apparent. La forêt est très belle mais pourtant instable. Les sols tropicaux sont très variés mais, dans leur grande majorité, ils sont à la fois pauvres et fragiles face à un climat qui, sans l'écran d'une épaisse végétation, se montre agressif. Les pluies sont à la fois violentes (parfois) et surabondantes (toujours). L'eau qui n'est pas absorbée par le sol puis transpirée par les plantes peut soit s'écouler en surface en entraînant avec elle l'horizon superficiel le plus fertile (érosion), soit s'infiltrer en profondeur, emportant ce qui est soluble (lixiviation). La capacité de la majorité des sols (où le kaolin domine) à retenir les éléments fertilisants est très faible.

Les conditions chaudes et humides favorisent plus la dégradation des humus que leur accumulation, ce qui accroît la fragilité physique des sols. Ils n'ont qu'une faible résistance à la compaction et sont peu perméables, même sous forêt, comme l'a montré BOULET en Guyane, puis d'autres ailleurs. L'eau, qui y reste en abondance, peut s'avérer non disponible pour les plantes qui n'ont pas comme les arbres un enracinement profond.

La fertilité biologique est, comme la fertilité chimique et physique, fragile. Le climat, sans période induisant un bienfaisant arrêt vital, permet l'explosion des populations tant animales (nématodes...) que végétales (adventices néfastes aux cultures ou mauvaises herbes).

Dans ces zones de forêt dense encore naguère très peu peuplée, on pratiquait la technique agricole de l'essartage, dite aussi « à longue jachère » ou encore « culture itinérante ». Mais l'expansion démographique récente exige la mise en culture de surfaces de plus en plus grandes prises au détriment de la forêt et une sinistre spirale a pris naissance : besoins accrus → jachères raccourcies → baisse de fertilité → jachère encore raccourcie, etc...

Face au risque d'évolution défavorable de la fertilité, beaucoup d'essais techniques ont été tentés, qui ont été soit décevants, soit difficilement adoptables. Or certaines populations, souvent denses, ont mis en place des systèmes dits agroforestiers, associant l'arbre aux champs, qui semblent peut-être une réponse au risque de baisse de fertilité du sol dû à une pression anthropique de plus en plus forte, et au risque de baisse de la production que cela entraîne.

---

\* Botaniste ORSTOM, 213 rue La Fayette, 75480 Paris cedex 10.

Dans l'état actuel des connaissances, il est encore difficile d'expliquer le rôle de l'arbre. Nous limiterons ici nos ambitions à montrer l'évolution de la dynamique végétale sous l'effet de l'activité humaine ; nous chercherons à dégager les stades d'adaptation de la végétation où le risque écologique est faible, et les seuils de rupture d'équilibre ou phases à haut risque.

## 1. L'ESSART

### 1.1. Dynamique interne de la forêt et définition de l'essart

À une échelle macroscopique, la forêt apparaît en très lente évolution, suivant, avec retard, les grands changements climatiques. À une échelle plus grande, on la voit, au contraire, se renouveler constamment : ici c'est une grosse branche qui casse, là un arbre qui meurt, plus loin tout un bouquet qui est déraciné par une tornade, voire une vaste zone détruite par quelque cataclysme.

Sitôt la voûte forestière ouverte, le potentiel cicatriciel s'exprime. Les arbres cassés reforment leur couronne et les petits plants démarrent dans les petites trouées. Les graines dormantes dans le sol peuvent germer si elles reçoivent suffisamment de lumière, d'autres pourront provenir des individus d'alentour. Généralement, la cicatrisation est lente au départ : il faut que les plants habitués à une faible lumière s'adaptent à leur nouvel environnement, la germination est d'autant plus lente que la dormance est forte et les fructifications sont discontinues.

L'agriculteur primitif crée les conditions nécessaires à la croissance des plantes dont il veut disposer en ouvrant des clairières artificielles. Dans celles-ci, comme dans les clairières naturelles, le recrû, c'est-à-dire l'ensemble des plantes qui poussent spontanément après destruction locale de la végétation, est lent à occuper tout l'espace. Des plantes à cycle court, semées ou plantées dès l'ouverture de la trouée, ont largement le temps d'arriver à maturité sans interférer avec le recrû ni être gênées par lui.

Pour la technique qui profite de cette période où la végétation naturelle s'installe sans être encore compétitive, BARRAU (1971) a remis en usage le terme d'essartage qui désignait, en Europe, au Moyen-Âge, une technique identique (BECHMANN, 1984). Voyons comment se déroule en pratique l'essartage.

### 1.2. Le cycle de l'essartage

Créer une clairière dans la forêt représente un investissement d'effort important mais de courte durée, qui est grandement facilité par le fer et le feu.

Quand l'essarteur est libre de choisir entre couper une forêt primaire ou une vieille forêt secondaire, c'est cette dernière qu'il choisit car ce qui détermine son choix c'est la facilité à couper et à bien brûler. En effet, la forêt primaire est composée de bois durs et de peu de petits bois. La forêt secondaire, elle, évolue et traverse des stades successifs plus ou moins faciles à couper ou à brûler. Le meilleur stade est atteint quand le peuplement s'est bien éclairci au niveau du sol et peut donc se traverser facilement. À ce stade, les bois sont encore faciles à couper et séchent bien. La mortalité naturelle fournit un appoint de bois sec qui va permettre un bon feu.

En effet, un petit nombre d'espèces dominant les recrûs et l'ensemble des individus d'une même espèce meurt en même temps. On a ainsi des maxima de

bois morts aux âges de jachère qui correspondent à la longévité des principales espèces. Dans la région de Taï (Côte d'Ivoire), on observe ainsi un pic de litière de *Macaranga* à 7 ans. *Musanga cecropioides* vit une trentaine d'années, ce qui est la durée de la jachère là où cette espèce est fréquente.

Tous les facteurs qui influent sur la composition du recrû (culture et antécédents cultureaux, nature et richesse du sol, climat,...) conditionnent aussi la durée optimale de la jachère. La fourchette de 7 à 30 ans recouvre la très grande majorité des cas observés en Afrique (JEAN, 1975).

### 1.3. L'intégration de l'essart dans la forêt

L'emploi généralisé du terme de « culture itinérante » en place de celui d'essartage, entraîne l'idée d'une forêt épuisée et abandonnée. En fait, non seulement le retour sur les anciens abattis est de règle, mais entre deux mises en culture, la fraction de territoire en jachère forestière ne reste pas improductive ; elle participe au contraire, pour une part essentielle, à la satisfaction des besoins, notamment en viande de chasse. Les zones peu propices à la culture, laissées intactes, complètent l'approvisionnement notamment en graines oléoprotéagineuses (*Irvingia gabonica*, *Coula edulis*, *Thiagemella heckelii*, *Calpocalyx brevibracteatus*, etc..., dans la région de Taï). Il y a donc une triple complémentarité forêt-forêt secondaire-champ. La diversité du milieu est maintenue voire, dans une certaine mesure, augmentée.

Toutes les ressources sont exploitées. Ainsi on peut souligner qu'après le brûlis, le gros de la biomasse est disponible pour fournir le bois de cuisine. Une faible partie sera utilisée, le reste participera aux cycles organiques et minéraux ou attendra le prochain brûlis.

En résumé, plus la forêt peut fournir, moins il faut demander à l'abattis.

### 1.4. Les risques agricoles dans l'essart type

On peut donc décrire l'essart type comme un système de clairiérage agricole de la forêt, qui ne perturbe pas son cycle de régénération naturelle. Comme tel, il apparaîtra évident qu'il échappe au risque de dégradation de la fertilité tout comme la forêt naturelle s'auto-entretient.

On objectera que par leur taille ou par le brûlis, les clairières culturelles diffèrent des clairières naturelles. En fait, la forêt possède de par son évolution de larges potentialités de cicatrisation et pour rares qu'ils soient, les incendies spontanés de forêt (SANDFORD *et al.*, 1985) ou les très grands chablis font partie des événements normaux de la vie de la forêt. Ce qui différencie le plus les champs des chablis, c'est la prédictibilité des uns et le caractère non prédictible des autres.

Pour ces deux risques majeurs que sont l'érosion et la lixiviation, on peut donc considérer que l'essart y échappe autant qu'y échappe la forêt. Il y aurait même des cas où l'érosion sous forêt dépasse celle mesurée sous culture (KLAER et LÖFFLER, 1983).

La dispersion des champs au sein de la forêt limite par ailleurs la propagation des insectes des cultures. En effet, la faune forestière, dispersée ou détruite lors des abattages puis des brûlis, disparaît totalement de l'espace défriché. L'abandon à la jachère dès la deuxième année ne permet pas l'installation de populations étrangères à la forêt qui soient numériquement importantes, donc dangereuses pour la culture (COUTURIER, comm. pers.). Le cas des acridiens a été particulièrement étudié dans la forêt de Taï où l'on a montré que *Zonocerus variegatus*, le criquet puant, n'infeste jamais les clairières en forêt la première année (COUTURIER *et al.*, 1984).

L'essarteur n'est cependant pas à l'abri de tous risques. On peut en citer deux importants : les dégâts dûs aux animaux sauvages, généralement abondants dans une forêt peu perturbée et contre laquelle il faut effectuer un gardiennage constant mais pas toujours efficace, et les accidents climatiques. Quand il fait trop humide, le bois brûle mal et il faut pratiquer un deuxième brûlis après avoir recoupé et empilé les branches. Quant au risque de sécheresse pendant la saison de croissance des plantes, on peut considérer que la culture associée de variétés à cycles différents (riz,...) ou de plusieurs espèces (plantes à tubercules) est une réponse adaptée sinon efficace.

### 1.5. Les limites de l'essart

Tant que les cultures peuvent être considérées comme des cultures dérobées dans un cycle de renouvellement forestier normal, ce qui définit l'essart idéal, l'essartage apparaît comme un mode d'exploitation du milieu forestier parfaitement rationnel. Il préserve les ressources et ne demande qu'un investissement en travail minimum.

Mais les terroirs où le retour sur une ancienne parcelle répond à un choix délibéré (en premier lieu à une optimisation du rendement du travail (BOSERUP, 1965 in FAO)) et non à une nécessité, deviennent, on ne le sait que trop bien, de plus en plus rares. L'évolution socio-économique contemporaine conduit à une augmentation de la pression anthropique qui se traduit, dans les zones d'essartage, à un raccourcissement de la jachère et/ou à une prolongation de la phase sous culture. La dynamique forestière qui était préservée dans le cycle culture-jachère de l'essart type va s'en trouver perturbée. La part herbacée des recrûs va croître, les remises en culture vont demander de plus en plus de travail, on sera obligé de travailler un sol qui va rester de plus en plus longtemps nu et la fertilité globale va décroître rapidement.

L'explication écologique de la disparition des arbres est assez simple, nous allons suivre son déroulement.

## 2. REcul DES LIGNEUX ET AUGMENTATION DU RISQUE AGRICOLE

### 2.1. Écologie des arbres, des arbustes, des cultures et des adventices

La forêt est un milieu fermé et ses plantes, ses arbres en particulier, ont besoin des conditions de relative stabilité qu'elle offre. Dans un tel milieu, toutes les ressources sont accaparées, y compris le simple espace. Les êtres vivants, animaux et végétaux, y entretiennent des relations complexes (zoogamie, zoochorie, mycorhizes, allélopathie, etc...) qui font que la disparition d'un seul élément perturbe l'ensemble. La majorité des espèces des arbres de la forêt ont besoin de l'ambiance humide du sous-bois pour germer et elles y attendent, en vie ralentie, la trouée favorable qui leur permettra de grandir, d'atteindre la voûte et de fructifier. On y trouve aussi de grands arbres héliophiles qui, eux, régénèrent dans les grandes trouées là où la compétition est faible. Il faut le hasard de la concomitance de leur fructification et de l'ouverture d'une trouée favorable pour qu'ils puissent se multiplier.

Le groupe des arbustes pionniers est, lui, caractérisé par les possibilités d'attente de leurs graines dans le sol. La dormance de ces graines est levée par la modification du spectre de la lumière qui se manifeste quand le couvert est détruit. Leur germination est également stimulée par la perturbation du sol.



Quelques plantes cultivées comme le manioc, la papaye ou, dans une moindre mesure, le ricin, le piment, etc. ont une écologie analogue. Dans l'ensemble, les plantes cultivées sont ainsi des plantes de milieu ouvert et perturbé, de milieu où les ressources abiotiques sont à la disposition du premier qui arrive et qui peut se développer librement pour peu que les conditions lui conviennent.

Quant aux adventices, elles sont, pour une part, des plantes à taux de multiplication élevé et graines dormantes dans le sol. Ce sont des plantes à écologie identique à celle des cultures si bien que quand l'homme crée des conditions favorables pour les unes, il favorise en même temps les autres. Beaucoup d'entre elles sont, d'ailleurs, disséminées par l'homme lui-même, accrochées à la peau ou aux vêtements par toutes sortes de dispositifs à crochets.

À côté de ces plantes plutôt propres aux milieux périodiquement remis en culture, d'autres adventices, inféodées cette fois aux cultures permanentes, se caractérisent par leur aptitude à la multiplication végétative, au drageonnement, bouturage, marcottage,... C'est dans cette catégorie que l'on rangera les graminées adventices les plus nocives. Comme celles-ci, certains arbres, rares en forêt, sont également aptes à supporter des agressions répétées, ils sont d'une très grande importance écologique.

## 2.2. Le remplacement des ligneuses par des herbacées

Pour maintenir un abattis en culture, il faut détruire la végétation qui s'y est spontanément installée. Ce faisant, on amoindrit les chances de régénération des plantes de milieux stables qui ne produisent que tardivement un petit nombre de graines, tandis qu'on favorise, au contraire, les plantes à vie brève qui investissent dans une descendance nombreuse, ou celles qui résistent à la tentative de destruction.

Ainsi, quand l'essart est isolé en pleine forêt primaire, la forêt dominée par les arbres dits sciaphiles fait place, dans un tout premier temps, à une forêt secondaire dominée par les grands arbres héliophiles. Dans ce cas, en effet, les graines d'arbres pionniers sont rares dans le sol. L'espace va rester libre relativement longtemps et permettra aux arbres héliophiles du voisinage de s'installer. Mais les quelques rares individus d'espèces pionnières (*Macaranga*, *Trema*, *Cecropia*,...) qui se développent lors de cette première mise en culture, enrichissent le sol de leurs graines. Plusieurs décennies plus tard, lors de la remise en culture caractéristique de l'essart, ces graines seront toujours vivantes dans le sol et prêtes à constituer très rapidement un recrû dense.

Quand l'essartage est stable et selon ses particularités précises, une sélection s'opère parmi les nombreuses espèces pionnières potentiellement présentes dans la région. Un petit nombre de plantes vont ainsi dominer la jachère, de cycle en cycle, en ayant le temps d'arriver à maturité et souvent de disparaître une fois reconstitué, dans le sol, le stock de graines qui leur permettra de réapparaître lors de la prochaine mise en culture.

Des herbacées adventices, involontairement introduites, peuvent bien se rencontrer ; elles sont étouffées par les espèces ligneuses avant d'avoir pu se multiplier.

Lorsqu'on veut prolonger la durée de mise en culture, les adventices peuvent se multiplier et il faut sarcler pour les éliminer. En même temps qu'on les détruit, on supprime alors les plantules d'arbustes pionniers. Comme leurs graines sont en nombre limité dans le sol (soit qu'elles y aient été accumulées lors de la jachère précédente, soit que les oiseaux ou les chauves-souris les y aient apportées de jachères avoisinantes), on voit ces arbustes se raréfier

progressivement à chaque sarclage. Leur disparition est d'ailleurs parfois plus difficile à expliquer, elle est vraisemblablement multicausale.

Le jeu des brûlis et sarclages répétés finit donc par faire disparaître les ligneux ; la dynamique cicatricielle semble alors franchir un seuil et l'on voit apparaître des formations à large dominance herbacée qui présentent une grande stabilité. On connaît bien ces formations anthropiques à grandes graminées pérennes comme *Imperata cylindrica*. Les souches de ces hautes herbes ne sont pas détruites par le feu, il faut donc les extirper d'autant qu'il suffit d'un petit fragment de rhizome pour qu'elles repoussent et compromettent la récolte.

Il est vrai que là où elles succèdent à la forêt, ces savanes anthropiques ont une grande productivité et peuvent être sciemment favorisées si on a, par la charrue, le moyen de les mettre en culture (DOVE, 1981). Mais ce sont des formations fragiles qui, si elles permettent l'entretien de la fertilité, ne sont pas spontanément capables de la restaurer. De plus, leur mise en culture conduit nécessairement à ameublir le sol qui va rester nu le temps que la culture se développe ; les agressions climatiques vont y être exacerbées. La dégradation du sol pourra être très rapide et marquée par un nouveau changement de flore. PILLOT (1980) en donne un bel exemple en Haïti où l'on voit des jachères gazonnantes à *Axonopus compressus* succéder à des formations à *Panicum maximum* avec un stade intermédiaire à *Stachytarpheta jamaicensis* (verbénacée sous-ligneuse). Quand le sol est pauvre au départ, comme en Guyane, ce sont des graminées de faible stature que l'on observe dès l'apparition du stade graminéen. Nous étudions ainsi, sur le bassin «i» à Ecécex, un peuplement à *Homolepis isocalycia*, *Panicum pilosum* et *Paspalum conjugatum*, induit ou favorisé par destruction du jeune recrû après culture sur brûlis (ALEXANDRE, 1984).

La flore traduit la fertilité du milieu mais c'est elle aussi qui la crée ou l'entretient. Plus la production du tapis végétal baisse, comme dans ce processus de savanisation, moins il y a retour au sol de matière organique. Or c'est la matière organique qui est à l'origine de l'humus dont l'importance est ici d'autant plus essentielle que la capacité des argiles à retenir l'eau et les éléments fertilisants est faible.

### 2.3. Le rôle de la jachère ligneuse

Dans l'essart type, l'agriculteur abandonne le champ au recrû, souvent avant même la récolte complète, car il est pour lui plus facile d'ouvrir une nouvelle clairière que de remettre en culture son champ précédent. Non pas que le recrû soit, en première année, difficile à défricher mais parce qu'il serait obligé de sarcler. Cela est particulièrement net dans le cas de la culture du riz, plante très sensible aux adventices. Les plantes, comme le manioc ou le bananier qui ont un cycle long, se montrent aussi plus couvrantes que le riz et plus tolérantes aux adventices.

L'abandon des champs est rarement lié à la baisse de fertilité chimique du sol. « *Contrairement à ce que l'on a longtemps cru, l'épuisement de la fertilité du sol n'est généralement pas la cause essentielle de l'abandon de l'abattis, mais c'est surtout le développement exubérant des mauvaises herbes qu'il devient difficile de maîtriser à partir de la deuxième année de culture* » (MOREAU et GODEFROY, 1985). Les cas extrêmes, type sols sableux podzoliques, où l'essentiel des minéraux biologiques se trouve dans la matière organique, comme cela a été montré à San Carlos au Vénézuéla, se trouvent évidemment à part.

Si, lors de l'abandon des champs à la jachère, il reste suffisamment de ligneux régulièrement répartis, ils pourront, en croissant, éliminer les herbacées. Les lianes, associées aux ligneux, jouent bien souvent un rôle important dans ce cas. Il faut ainsi de 4 à 6 ans pour que les arbres, les arbustes et les lianes forment un couvert dense et continu qui élimine les herbacées, ce qui arrête leur multiplication. Le prochain brûlis, dans la mesure où une quantité de bois suffisante s'est accumulée, détruit la quasi totalité des graines d'adventices restées dans le sol. La durée de fermeture du couvert peut ainsi être prise comme durée minimale de la jachère (AHN, 1979). On notera bien que les arbres rencontrés quand la jachère est devenue aussi courte, sont pour l'essentiel étrangers à la forêt primaire qui existait auparavant. L'exemple du palmier à huile est bien caractéristique.

Le rôle de la jachère ligneuse est donc surtout d'interrompre la multiplication des adventices mais il ne se limite pas à cela. Les arbres semblent, en effet, mieux que les herbacées, reconstituer la fertilité du sol ou limiter sa détérioration.

Pour démontrer l'importance de ce caractère ligneux de la jachère, il n'est que de rappeler qu'il existe des systèmes volontairement maintenus au sein de la dynamique forestière et qui, ainsi, soutiennent des densités humaines élevées. Parmi ces formes d'essarts évolués — il en existe de multiples —, l'une des plus intéressantes est celle pratiquée par les Tsembaga de Nouvelle-Guinée et si bien décrite par RAPPAPORT (1971). Elle leur a permis, malgré des pentes et une pluviosité très fortes, d'arriver à dépasser la densité de 200 h/km<sup>2</sup>, chiffre tout à fait remarquable. Dans les grandes lignes, c'est un essart classique, mais on y note la constitution de lignes antiérosives, avec les arbres abattus, et surtout un désherbage sélectif épargnant strictement les plantules d'espèces ligneuses du recru. L'ensemble des espèces cicatricielles ligneuses est appelé « mère des jardins », ce qui montre la finesse de la perception écologique de ce peuple. Bien sûr, les jachères sont très courtes et les herbacées se montrent en conséquence envahissantes et sans la lutte sélective menée à l'encontre des seules herbacées, les Tsembaga auraient depuis longtemps transformé leur terroir en pelouse stérile. Il est donc juste de dire que les Tsembaga ne cultivent pas leurs patates, haricots et autres taros mais bien la forêt secondaire, même si l'encouragement de la jachère ligneuse n'est pas le seul facteur qui permet ici une charge humaine élevée, le troupeau porcin y ayant probablement sa part (on considère en effet la fumure animale comme un des facteurs essentiels de l'intensification agricole).

Si cet exemple semble bien démonstratif du rôle positif des arbres, il ne l'explique pas. Il est certain que les arbres qui constituent la jachère peuvent restaurer la fertilité en capturant les minéraux en passe de disparaître dans les profondeurs du sol et que le couvert ligneux, qui offre une protection relative au dessèchement de la couche supérieure du sol, y maintient une activité biologique élevée. Mais c'est peut-être mort que l'arbre s'avère un meilleur protecteur de la fertilité que ne l'est l'herbacée. En effet, la dégradation plus lente des matériaux riches en lignine peut jouer un rôle favorable car, même mort, le réseau racinaire des arbres va garder 2 ans ses propriétés antiérosives (TURENNE, 1977). De même une minéralisation ralentie freine les pertes dans la mesure où les éléments libérés peuvent être réabsorbés. Beaucoup de raisons invoquées pour expliquer le rôle des arbres sont en rapport avec la profondeur de leur enracinement. Il y a là un domaine d'étude encore presque vierge malgré son grand intérêt.

Mais quand la densité humaine rend difficile le maintien de la jachère ligneuse, il devient plus avantageux de passer à une technique plus élaborée, souvent mise à profit : la culture étagée.

### 3. LA CULTURE ÉTAGÉE (ou les systèmes étagés)

Par « culture étagée », nous entendons un système de culture où l'on constitue volontairement une strate permanente d'arbres (il s'agit souvent de palmiers) sous lesquels on pratique une autre culture permanente ou temporaire, ligneuse ou herbacée. Voyons comment apparaissent de tels systèmes.

#### 3.1. Les tendances écologiques

La grande majorité des espèces d'arbres de la forêt se montrent incapables de survivre après avoir été coupés et brûlés, ou même tout simplement de vivre isolés en dehors de l'« ambiance forestière ». Même s'ils survivaient, ils n'auraient pas de descendants car leurs stades jeunes sont presque toujours très sensibles au dessèchement. Les espèces pionnières de la forêt, bien qu'aimant le plein soleil, sont, elles, incapables de s'installer en présence d'autres plantes et de plus extrêmement sensibles au feu. L'envahissement par des herbes qui peuvent brûler en saison sèche sans même être au préalable coupées, a donc bien une tendance à s'auto-amplifier.

On voit pourtant, même là où la pratique agricole reste limitée à la destruction du couvert, certaines espèces ligneuses se maintenir et même prospérer à force de résistance aux agressions fatales à d'autres espèces. Ce sont des espèces très peu sensibles au feu (cas du palmier à huile) et bien souvent capables de rejeter. Cette dernière caractéristique, qui pour être efficace doit se révéler très tôt chez la plante, est en relation avec la précocité du développement racinaire. Celui-ci se forme aux dépens d'une très grosse graine chez *Anthonotha fragrans* (obs. pers.). Chez d'autres arbres comme *Sterculia tragacantha*, la racine de la plantule accumule des réserves (obs. pers.). Ce sont enfin des espèces peu exigeantes, capables de se satisfaire de sols appauvris grâce à la fixation symbiotique de l'azote (ex. *Albizzia* spp...) ou à l'extension des racines (ex. *Ficus exasperata*).

Presque toutes ces espèces ont leur origine botanique dans une flore forestière d'une zone plus sèche que celle où on les voit dans les jachères. Si on les laisse croître, elles favorisent le retour à un état boisé qui les fera localement disparaître.

Mais aussi résistante soit-elle, une espèce ne se développe que si l'agriculteur la tolère ou mieux, lui trouve un intérêt. S'il s'agit d'une espèce fruitière, l'homme peut intervenir comme disséminateur involontaire. En Guyane, diverses espèces du genre *Inga* peuvent ainsi abonder dans les jachères (LESCURE, *comm. pers.*).

Au total, le jeu des cultures avec des jachères de plus en plus courtes installe des recrûs largement herbacés mais cependant parsemés d'arbres qui, d'abord tolérés puis protégés, ont pu ensuite être plantés. L'évolution écologique naturelle a probablement montré la voie pour la création des systèmes agricoles étagés.

#### 3.2. Les choix humains

Même dans l'essart type, il s'en faut en fait de beaucoup que tous les arbres soient détruits. Couper tous les arbres ou non peut relever de facteurs culturels très divers mais on observe souvent que l'attitude à l'égard des arbres varie beaucoup selon que le paysan est autochtone ou arrivé de fraîche date

(PELISSIER, 1980). Dans le sud-ouest de la Côte-d'Ivoire, nous avons un bel exemple avec la comparaison faite par DE ROUW (1985) entre Oubi et Baoulé : les premiers qui connaissent bien la forêt et ses espèces, laissent volontairement certains arbres au-dessus du riz, alors que les autres, les colonisateurs, s'efforcent de tuer tous les arbres de leurs défrichements. On ne peut comprendre l'attitude à l'égard des arbres, ou du milieu en général, sans considérer cette dimension historique. On ne respecte que ce qu'on connaît (passé) et que l'on possède sous une forme ou une autre de propriété (avenir). A contrario, le recours à l'expansionisme conduit à sacrifier les arbres. Les Mossi décrits par BENOIT (1982) en donnent un exemple en zone sèche. En Asie, les Hmong, peuple historiquement fuyard, sont réputés pour cultiver leurs champs jusqu'à épuisement complet. Ils sont parmi les rares qui pratiquent ce qu'on peut vraiment appeler une culture « itinérante » (HURNI, 1982) ou nomade selon JEAN (*op. cit.*). L'arbre est aussi très souvent la marque de la propriété (JEAN, *op. cit.*). Le détruire dans un milieu largement foresté est aussi bien une marque d'appropriation de la terre que de planter un arbre étranger ou peu courant (ex. *Newbouldia laevis* en Basse Côte d'Ivoire) ailleurs.

Le fait de conserver un arbre utile lors du défrichement relève du simple bon sens. Ce n'est pas le fait d'épargner des arbres qui permet de parler de culture étagée mais la sélection durable d'individus particuliers, laquelle détermine la structure et la composition du couvert végétal.

### 3.3. Les avantages des systèmes étagés

#### 3.3.1. LA LIMITATION DU RISQUE ÉCOLOGIQUE

Il est certain que la présence d'un couvert arboré permanent peut être considérée comme un atout de grande valeur pour protéger le sol contre l'érosion, la lixiviation (si les racines descendent profondément), ou l'envahissement par les mauvaises herbes. Il apparaît également que le sol, protégé du rayonnement solaire direct et maintenu en place, garde mieux sa porosité et son activité biologique de surface. En outre, le couvert ligneux facilite le retour des champs à un état boisé par les mécanismes que l'on vient d'évoquer, ou en servant de perchoirs aux oiseaux disséminateurs, ou encore en favorisant la mycorhization précoce des plantules. En créant des noyaux arborés, les indiens Kayapo du Brésil arrivent à recréer des bosquets qu'ils mettent ensuite à profit (POSEY, 1985). Enfin, par la réserve de combustible qu'il constitue, le couvert ligneux offre une assurance contre une évolution défavorable du sous-étage en garantissant la possibilité d'effectuer un brûlis purificateur. Nous en avons un exemple dans le système à babassu, un palmier oléifère du Brésil (MAY *et al.*, 1985).

#### 3.3.2. LA COMPLÉMENTARITÉ DES STRATES

L'arbre est avant tout un producteur de bois, matériau facile à utiliser et source d'énergie. De plus, beaucoup d'arbres peuvent fixer l'azote, fournir du fourrage aux animaux ou, surtout, donner des fruits appréciés qui complètent utilement les autres productions agricoles. Les espèces oléifères, notamment les palmiers, ont une très grande importance. Certains arbres produisent des fruits ou d'autres parties amyliacées comme l'arbre à pain ou les sagoutiers et, plus localement, le palmier paréjou (*Bactris gasipaes*) ou le safoutier (*Dacryodes edulis*). Enfin, certains arbres donnent des fibres, des colorants, des poisons, etc.

L'arbre demande très peu de soin une fois qu'il a dépassé les risques de compétition et se montre peu exigeant pour le sol. Il peut donc tout produire à peu de coût. D'où vient donc que cette « agriculture arborée » que PORTERES (1966) situe entre l'agriculture séminale des climats contrastés et l'agriculture végétative de la grande forêt, paraisse si rare ?

Les arbres, même sous les climats les plus constants, ont une fructification marquée par l'alternance. Par là, il faut comprendre qu'à une année de grande fructification succèdent une ou plusieurs années où la production de fruits est faible à très faible. S'en remettre à un fruit d'arbre comme base de l'alimentation présenterait donc un risque élevé. De plus, chez les arbres, la production de fruits ne représente qu'une faible proportion de la production totale. La stratégie écologique de l'arbre c'est, en effet, la pérennité ; c'est de se placer au-dessus de ses concurrents et pour cela, d'édifier des structures solides et durables qui accaparent la production photosynthétique. La production de fruits est un peu accessoire. C'est peut-être pourquoi les arbres ne sont que rarement les producteurs de l'aliment de base alors que pour d'autres productions, ils peuvent supplanter les plantes herbacées. Pour les lipides, par exemple, c'est le palmier à huile qui fournit la production la plus élevée.

Au contraire, chez les plantes herbacées à cycle court (céréales), une part importante, environ 50 %, de la production se retrouve dans les graines. On notera que les graines qui doivent donner naissance à la génération future contiennent à la fois des réserves, glucides ou lipides, et des protéines. Les plantes à tubercules, elles, peuvent diriger vers leurs organes de réserve jusqu'à 8/10 des sucres formés. Dans l'ensemble, les tubercules ne renferment qu'un faible pourcentage de protéines. Plus la production est élevée, plus le pourcentage est faible.

L'arbre n'est donc, ni en quantité ni en régularité, un bon producteur d'amidon, d'aliment de base, et doit donc être associé à une autre culture. C'est par contre un protecteur du sol et on peut, sous son couvert, rapprocher des cycles de cultures tolérantes à l'ombrage : tubercules ou bananes.

### 3.4. Les limites des systèmes étagés : la compétition entre strates

La complémentarité entre strates qui justifie le système, a ses limites. Le couvert en faisant écran à la pénétration de la lumière limite nécessairement la production du sous-étage. Il est cependant envisageable de sélectionner des cultivars plus tolérants à l'ombrage, pour le sous-étage, ou de contrôler, par le choix des essences, leur espacement ou des élagages périodiques, l'effet du couvert. Mais l'éclaircissement maximum suppose la destruction du couvert.

Inversement, en cherchant à intensifier la production de l'étage inférieur, on risque de nuire au couvert (cf. infra).

Au total, la complémentarité fonctionnelle des strates doit être mise en balance avec l'antagonisme dans la production. Tant que la production de base pourra être assurée par le sous-étage, malgré l'ombrage du couvert, c'est la complémentarité qui apparaît. La limite du système (sans tenir compte du nécessaire renouvellement épisodique du couvert) est atteinte avec la mise en culture permanente du sous-étage. Lorsqu'il devient impossible d'augmenter la production des cultures annuelles autrement qu'en diminuant l'ombrage, le système bascule dans l'instable avec une réapparition du risque érosion-lxiviation. L'arbre protecteur, pour être conservé, devra être séparé des cultures annuelles intensives.

## 4. LES SYSTÈMES AGROFORESTIERS À PARTITION HORIZONTALE DE L'ESPACE

### 4.1. La ségrégation de l'espace

#### 4.1.1. L'ACCENTUATION D'UNE TENDANCE ÉVOLUTIVE NATURELLE

Comme il a été dit plus haut, il est difficile, ou non économique, d'intensifier une production alimentaire maintenue sous couvert au-delà d'un certain seuil qu'on peut définir comme la mise en culture permanente du sous-étage. Pour envisager une production supérieure, il faut envisager, en priorité, l'éclaircie du couvert qui limite la production du sous-étage sans lui-même profiter proportionnellement aux efforts de fertilisation nécessairement consentis par l'agriculteur. Les arbres tropicaux, adaptés à de faibles ressources minérales, réagissent, dans l'ensemble, très peu aux engrais. C'est un problème général d'évolution que GILLON (*comm. pers.*) qualifie de « masochisme écologique ».

En optant pour une ségrégation des arbres et des cultures annuelles, on ne fait que laisser à l'évolution spontanée de la végétation la possibilité de s'exprimer. En effet, la présence d'un couvert favorise la régénération des arbres qui est difficile à découvert et *a fortiori* en présence d'herbacées (compétition racinaire, allélopathie, feu,...). Tandis que les zones boisées évoluent spontanément vers la forêt, les zones enherbées se maintiennent comme telles. Tout ce qui favorise les arbres nuit aux herbacées et inversement. HARCOMBE (1977) en donne une belle démonstration en montrant que la fertilisation d'un recrû freine le retour à la forêt. Tandis que le labour blesse les racines des arbres, ces mêmes racines gênent le labour. Alors qu'une couche organique brute en surface (litière, mulch) diminue la compétition et favorise les arbres (GRIME, 1979), elle diminue le rendement des cultures par immobilisation microbiologique de l'azote...

Tandis qu'en compétition arbres et herbacées s'opposent, séparés, ils peuvent se favoriser. On connaît le rôle des haies et brise-vents arborés sur le rendement des cultures ou la santé des élevages (SOLTNER, 1980) et on évoque parfois le rôle « adoucissant » des massifs boisés sur le climat régional. Dans l'autre sens, on signalera la richesse et la densité des lisières boisées.

#### 4.1.2. LES TRANSFORMATIONS TECHNIQUES

La ségrégation des champs et zones boisées permet de mieux employer l'effort. En rapprochant le champ du lieu d'utilisation, on diminue le transport. Le travail peut être concentré sur les cultures qui en ont besoin,... Les zones peuvent être mises en valeur selon les potentialités : zones pauvres sous ligneux, zones plus riches labourées, zones inondables en rizière...

Au passage de l'agriculture d'abattis à l'agriculture sous couvert, l'évolution technique relevait d'une simple adaptation. Pour passer de la partition verticale de l'espace à la partition horizontale, il y a une véritable mutation avec acquisition nécessaire de techniques actives de maintien de la fertilité : compostage, irrigation, lutte anti-érosive, lutte contre les ennemis des cultures, etc. La notion de risque agricole que nous avons considérée jusqu'ici a donc virtuellement disparu. Le risque va donc prendre ici d'autres aspects qui vont, pour une part, dépendre de l'échelle de morcellement du paysage.

### 4.1.3. LES ÉCHELLES DE PARTITION DE L'ESPACE

Avec un système tel que celui des bandes boisées (ou « alley cropping ») décrit par KANG *et al.* (1984), c'est la parcelle qui est divisée. Des ligneux, capables de rejeter facilement, sont plantés en lignes à un faible intervalle (4 m), le long des courbes de niveaux. Ils sont rabattus avant la mise en culture de l'espace vacant, et mulchés, puis repoussent entre deux mises en culture. C'est donc une sorte de jachère forestière artificielle (plantée) et sans brûlis. Les auteurs prétendent avoir obtenu avec ce système, une production annuelle aussi élevée qu'en première culture après longue jachère.

À Sumatra, MICHON (1985) donne de bons exemples de réussite dans la partition de l'espace à l'échelle micro-régionale. Autour du lac de Maninjau, par exemple, on trouve une population de plus de 300 personnes/km<sup>2</sup> sur des sols riches mais très pentus et sensibles aux glissements de terrain. Le milieu est exploité en 4 zones : le lac pour la pêche, les bords du lac, plats, pour les rizières, les premières pentes pour des vergers-forêts et les zones les plus fragiles, sous forêt naturelle. Les vergers d'une étonnante richesse en espèces fruitières produisent à la fois pour l'usage domestique et pour la vente. En plus des arbres producteurs déjà divers, les paysans installent en sous-bois des plants d'un encore plus grand nombre d'espèces. Ces plants, prêts à prendre la relève des adultes qui viendraient à mourir, ou dont la production perdrait sa valeur, assurent au verger une grande stabilité biologique et économique.

Enfin, à l'échelle supra régionale, la spécialisation des régions en fonction de leur richesse, de leur vocation, est de règle sous tous les climats, dès lors que la pression démographique est suffisante.

Si l'on prend le cas extrême de ces deltas asiatiques entièrement aménagés en rizières et où les populations dépassent 2 000 h/km<sup>2</sup>, on remarquera que les arbres y sont rares : des cocotiers sur les digues, quelques fruitiers près des maisons. Mais on doit à la vérité d'ajouter que, là où les collines avoisinantes ont été déboisées, ces deltas connaissent des inondations catastrophiques. Même les zones inondables très productives et naturellement dépourvues d'arbres (en dehors de cas particuliers comme la mangrove) bénéficient du rôle régulateur des arbres.

## DISCUSSION

Nous avons cherché à tracer le schéma de l'évolution écologique de l'agriculture en zone forestière, face à une demande croissante qui met en danger le potentiel du milieu. Étant donné notre propos, nous sommes bien sûr resté dans le cadre simple d'une agriculture autarcique.

Au départ, l'arbre est omniprésent et, avec l'essartage et la jachère forestière, l'arbre et la culture alternent dans le temps. Avec l'augmentation de la pression anthropique, sont apparus les paysages herbacés puis les parcs où les mises en culture de plus en plus rapprochées se font sous la protection d'un couvert permanent : l'alternance arbre/culture se fait dans le sens vertical. Enfin, le système écologiquement le plus évolué découpe, lui, l'espace dans le plan horizontal.

Chacun dans ses limites assure l'équilibre sol/végétation/population en limitant le risque de dégradation du sol. Avec l'essart, le milieu forestier peut supporter 10 h/km<sup>2</sup>, sur la base d'un abattis nourrissant 5 personnes, d'une jachère de 30 ans et de 50 % de l'espace incultivable. Avec la culture sous couvert, en partant des données de production de la littérature, on peut



calculer une charge théorique maximale de 500 h/km<sup>2</sup>. Dans la réalité, il faut tenir compte de la nécessaire régénération du parc et des zones non cultivables. Une densité réelle de 300 h/km<sup>2</sup> paraît possible. Pour situer les systèmes évolués, on rappellera seulement la densité théorique maximale de 2 500 adultes/km<sup>2</sup>, soit encore de l'ordre de 3 000 h/km<sup>2</sup>. On aurait donc, grossièrement, un facteur 10 entre les différentes étapes de l'agriculture. Bien entendu, la qualité de l'environnement au départ, et spécialement du sol, est déterminante.

Sous la pression des facteurs socio-économiques locaux, notre schéma est bien évidemment fortement perturbé. En Afrique, par exemple, il est de règle de voir l'arboriculture de rente (café, cacao) côtoyer une production vivrière archaïque (FAO, 1984). Paradoxalement, ce sont les arbres, qui pourraient s'en passer le mieux, qui bénéficient des engrais et produits phytosanitaires, parfois des meilleures terres. Les cultures vivrières ne rentabiliseraient pas de tels intrants. Elles se font donc au détriment du milieu et avec une rentabilité du travail qui se dégrade rapidement.

Le régime foncier peut être un puissant moteur d'évolution de l'agriculture. Dans la région de Manaus, la limitation des surfaces attribuées aux paysans et la présence d'un marché urbain solvable conduit, malgré l'immensité des terres apparemment disponibles, à la création d'une arboriculture commerciale (CROSNIER, 1984), et on pourrait donner de nombreux autres exemples analogues. A Java, les vergers sont parfois transformés en culture sous couvert (MICHON, comm. pers.) mais ici cela représente une régression et une augmentation du risque de dégradation.

Le maintien de la fertilité agricole dépend d'un potentiel régénératif, d'une capacité de l'agrosystème à cicatriser après la perturbation de la culture. Ce potentiel évolue et s'adapte si l'intensification est progressive. On connaît ainsi des exemples d'apparition d'espèces nouvelles par hybridation ou polyploïdisation. Mais avec les moyens agricoles actuels, quand l'homme crée localement un îlot fortement perturbé au sein d'une zone jusque là peu transformée, les espèces adaptées qui pourraient y prospérer et qui souvent existent ailleurs, n'ont pas le temps de se propager. Il s'est formé un vide écologique qui va permettre à des êtres médiocrement efficaces de remplir l'espace. Peu productifs, ils n'assurent pas le maintien de la fertilité. Le milieu appauvri et comblé ne pourra plus permettre l'installation des espèces qui, elles, auraient pu entretenir la fertilité. C'est un aspect de l'écologie du milieu dont il faudrait tenir compte dans les plans d'aménagement.

Si l'on considère par ailleurs que pour intensifier la production à l'unité de surface, il faut nécessairement sacrifier aux rendements du travail ou des intrants (engrais), on est amené à préconiser une mise en valeur progressive et aussi extensive que l'autorise l'espace disponible.

Le patrimoine génétique des zones forestières est actuellement érodé à un rythme très inquiétant et sa conservation conduit à prôner une intensification à outrance, de façon à permettre la mise en réserve de zones vierges. C'est à notre avis un leurre sociologique et biologique. C'est la mise en « valeur » même des zones forestières qui doit être mise en question.

Au total, nous pensons que l'on a intérêt à faire respecter une évolution dans l'intensification commençant par l'emploi de la jachère forestière et aboutissant, après une phase de culture étagée, à la culture ségréguée.

## CONCLUSION

L'arbre peut avoir, en agriculture, un important rôle dans la protection de la fertilité. De nombreux systèmes traditionnels lui réservent une place importante et l'expérience contemporaine confirme son rôle bénéfique. Mais il s'en faut de beaucoup que l'on puisse donner de ce rôle une explication satisfaisante. Pour faire face au risque grave de dégradation des potentialités agricoles dans les zones qui connaissent un fort croît démographique, il apparaît urgent de recueillir les techniques agricoles traditionnelles et les variétés végétales ou animales qui leur sont associées. Parallèlement, on se doit de tenter d'éclairer les interactions arbres/sol, arbres/herbacées qui se situent pour une bonne part sous la surface du sol, au niveau des racines.

Septembre 1986

## REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier tous ceux qui m'ont aidé de leurs commentaires pour la rédaction finale de ce document et notamment G. AUBERT, F. BERNHARD-REVERSAT, G. COUTURIER, C. CROSNIER, A. DE ROUW, T. DESJARDINS, J.-M. GASTELLU, A. GELY, Y. GILLON, F. HALLE, A. HLADIK, F. KAHN, G. MICHON, R. MOREAU, B. RIERA, C. SEIGNOBOS, J. TISSANDIER.

## BIBLIOGRAPHIE

- AHN (P. M.), 1979. — The optimum length of planned fallows. *In* : « Soils research in Agroforestry », H. O. Mongi & P. A. Huxley eds. — ICRAF : 15 à 39.
- ALEXANDRE (D.-Y.), 1984. — Conversion d'un abattis traditionnel en pâturage sous ombrage. Cayenne : ORSTOM *Multigr.*, 6 p.
- BARRAU (J.), 1971. — La culture itinérante, longtemps mal comprise et encore mal nommée ! *J.A.T.B.A.*, 18 (1-3) : 100-103.
- BECHMANN (R.), 1984. — Des arbres et des hommes : la forêt au moyen-âge. Flammarion, 385 p.
- BENOÎT (M.), 1982. — Oiseaux de mil : les Mossis du Bwamu (Haute-Volta). *Mém. ORSTOM*, n° 95, 116 p.
- COUTURIER (G.) *et al.*, 1984. — Influence de la pénétration humaine sur les peuplements entomologiques en forêt de Taï (Côte d'Ivoire). II — Les peuplements acridiens. *Ann. Univ. Abidjan, sér. E (Écologie)*, 17 : 155-182.
- CROSNIER (C.), 1984. — Sur les tendances actuelles de l'agriculture sur brûlis dans la région de Manaus (Amazonie brésilienne) : étude de trois exploitations. DEA, Paris VI, 155 p.
- DE ROUW (A.), 1985. — The use of fallow trees and high forest trees in two contrasting systems in South-West Ivory Coast. Draft.
- DOVE (M. R.), 1981. — Symbiotic relationships between human population and *Imperata cylindrica* : the question of ecosystemic succession and preservation in South Kalimantan. *In* : « Conversation inputs from life sciences », M. Nordin *et al.* eds. Bangi, Malaisie.
- FAO, Forestry Department, 1984. — Changes in shifting cultivation in Africa. — Fao Forestry paper n° 50, 59 p.
- GRIME (J. P.), 1979. — Plant strategies and vegetation processes. Chichester : J. Wiley & sons, 222 p.
- HARCOMBE (P. A.), 1979. — The influence of fertilization on some aspects of succession in a humid tropical forest. *Ecol.*, 58 (6) : 1375-1383.
- HURNI (H.), 1982. — Soil erosion in Huai Thung Choa-Northern Thailand concerns and constraints. *Mountain Research and Development*, 2 (2) : 141-156.
- JEAN (Suzanne), 1975. — Les jachères en Afrique tropicale : interprétation technique et foncière. Paris : M.N.H.N. : Institut d'Ethnologie, 168 p.
- KANG (B. T.), WILSON (G. F.), LAWSON (T. C.), 1984. — Alley cropping : a stable alternative to shifting cultivation. Ibadan : I.I.T.A, 22 p.

- KLAER (W.), LOFFLER (E.), 1983. — The influence of traditional agriculture on the natural processes of erosion in the tropical forests and grass-lands of Papua-New Guinea. *Appl. Geog. and Devel.*, 21 : 66-74.
- MAY (P. H.) *et al.*, 1985. — Babassu palm in the agroforestry systems in Brazil's Mid-North region. — *Agroforestry systems*, 3 : 275-295.
- MICHON (G.), 1985. — De l'homme de la forêt au paysan de l'arbre : agroforesteries indonésiennes. Thèse, Montpellier : U.S.T.L., 273 p.
- MOREAU (R.) et GODEFROY (J.), 1985. — Problèmes des zones tropicales et équatoriales forestières. *C. R. Acad. Agr. de France*, 71 (10) p : 1169-1179.
- PELISSIER (P.), 1980. — L'arbre dans les paysages agraires de l'Afrique noire. *Cah. ORSTOM, sér. Sci. hum.*, 17 (3-4) : 131-136.
- PILLOT (D.), 1980. — Outils, espèces et techniques de culture : dynamique des systèmes haïtiens. *J.A.T.B.A.*, 27 (3-4) : 203-219.
- PORTERES (R.), 1966. — Quelques conceptions ethnobotaniques sur l'agriculture ancienne. *J.A.T.B.A.* (1, 2, 3) : 122-129.
- POSEY (D. A.), 1985. — Indigenous management of tropical forest ecosystems : the case of the Kayapó indians of the Brazilian Amazon. *Agroforestry systems*, 3 : 138-158.
- RAPPAPORT (R. A.), 1971. — The flow of energy in an agricultural society. *Scientific American*, 225 (3) : 116-132.
- SANGFORD Jr (R. L.) *et al.*, 1985. — Amazon rain-forest fires. *Science* 227 : 53-55.
- SOLTNER (D.), 1980. — L'arbre et la haie. *Sciences et Techniques agricoles*, (6<sup>e</sup> ed.), 112 p.
- TURENNE (J. F.), 1977. — Culture itinérante et jachère forestière en Guyane : évolution de la matière organique. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.*, 15 (4) : 449-461.



# **Contraintes et risques hydriques encourus par l'activité agro-pastorale au Sahel**

## *Exemple de la Mare d'Oursi au Burkina Faso*

Marcel SICOT \*

Vers le 25° de latitude, de part et d'autre de l'équateur, à la confluence des masses d'air tropicale et tempérée, s'édifient deux chapelets mouvants de cellules de hautes pressions anticyclonales subtropicales. La sécheresse rigoureuse de l'air est à l'origine de la formation et du maintien des grands déserts chauds du globe. La vie ne devient possible et le milieu exploitable qu'en bordure de ces zones inhospitalières, là où des incursions périodiques de flux d'humidité d'origine océanique assurent des pluies saisonnières.

La bande sahélienne au sud du Sahara fait partie de ces régions marginales où, de façon précaire, l'homme arrive à subsister. Mais les équilibres qui s'y établissent sont extrêmement fragiles et des incidents dramatiques faisant « la une » de l'actualité, depuis bientôt deux décennies, témoignent de l'instabilité chronique de cette zone.

On se propose ici d'essayer de cerner les risques hydriques encourus par l'activité agro-pastorale traditionnelle dans l'espace sahélien : nous examinerons successivement :

- les caractéristiques pluviométriques du climat et hydro-pédologiques des sols,
- les conditions et contraintes résultant pour la végétation naturelle et les stratégies d'adaptation développées par cette dernière,
- les risques encourus par la culture et l'élevage traditionnels.

Les alentours du bassin versant de la Mare d'Oursi, dans la partie nord du Burkina Faso (cf. figure 1) serviront pour l'essentiel de support à ces considérations. Ils ont fait l'objet d'un échantillonnage en 1976 (SICOT, 1976) et d'une étude écologique critique (SICOT-GROUZIS, 1981) qui permettent de situer, intégrer et « extrapoler » leurs caractéristiques bio-physiques dans l'ensemble écologique de la zone sahélienne (KOWAL et KASSAM, 1977). Les résultats et conclusions de l'analyse qui suit acquièrent de ce fait une portée assez générale.

---

\* Agronome ORSTOM, centre ORSTOM de Niamey, BP11 416, Niamey, Niger

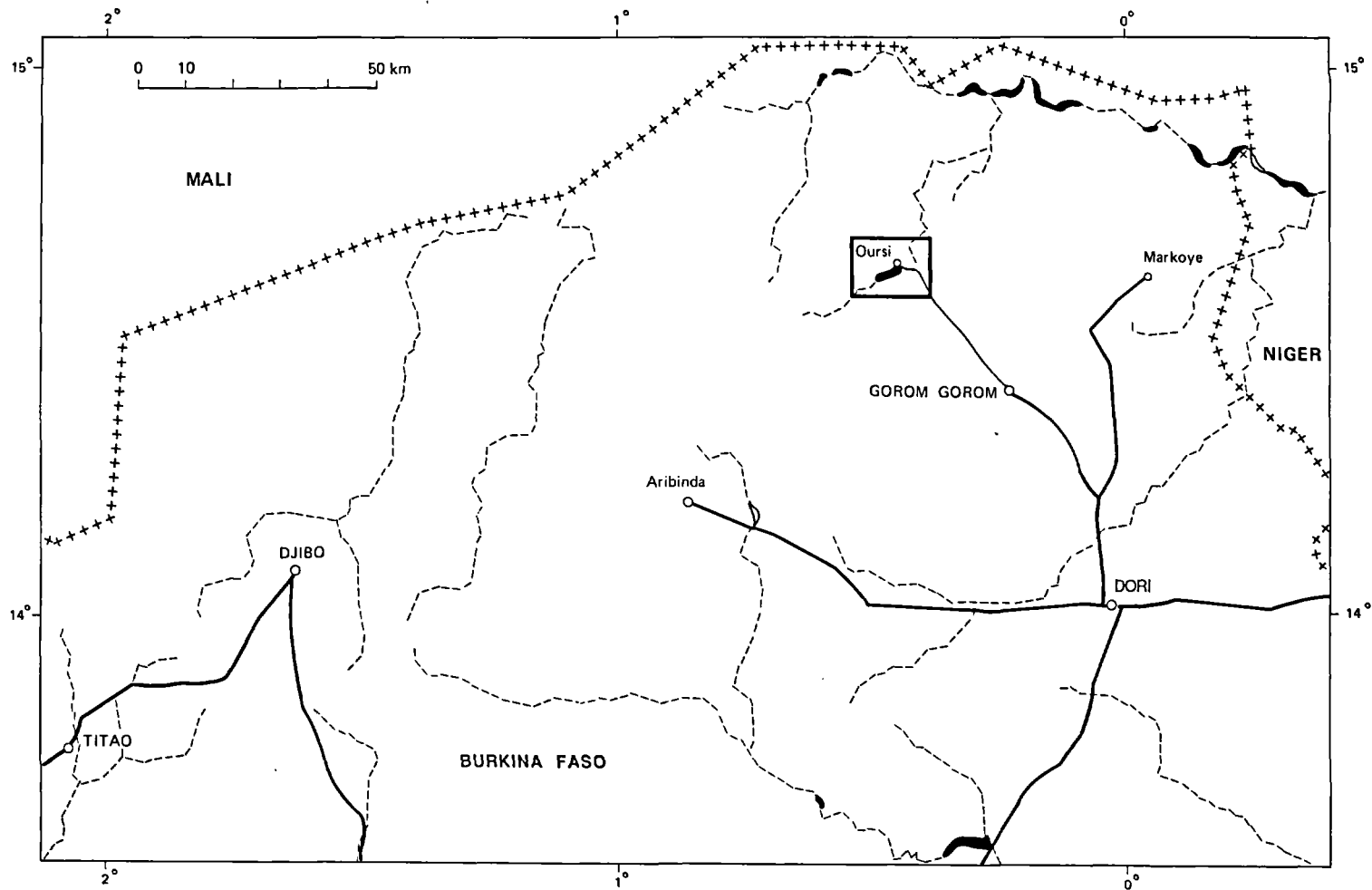


FIG. 1. — Carte de situation de l'opération mare Oursi au nord du Burkina Faso

## 1. CONTRAINTES PLUVIOMÉTRIQUES ET HYDRO-PÉDOLOGIQUES DE L'ESPACE SAHÉLIEN

L'eau n'est pas le seul facteur contraignant pour l'activité agro-pastorale au Sahel : les éléments minéraux, la main d'œuvre, les pratiques agricoles,... sont aussi déterminants, dans bien des cas. Mais, c'est le facteur le plus constamment et le plus intensément limitant. Conditionnant et expliquant environ 50 % des fluctuations actuelles de la productivité et des potentialités agricoles (LECAILLON et MORRISON, 1984, SICOT, 1980 et 1984), il motive l'étude particulière qui suit.

### 1.1. Les caractéristiques de la pluie au Sahel

Des pluies d'hiver corrélatives à des incursions d'air polaire dans le système tropical ou à des remontées prématurées d'air océanique sont rares et négligeables au Sahel, zone très nettement caractérisée par des pluies d'été. Ces pluies sont des pluies de mousson, liées à la transgression continentale, puis à la régression vers l'océan, de l'air maritime du Golfe de Guinée.

À l'intérieur de ces grands mouvements d'ensemble prennent place des mécanismes discrets, interactions du système sol — végétation — atmosphère du continent d'une part et de l'air maritime d'autre part. Ils déclenchent les précipitations. L'hivernage est par suite fragmenté en périodes humides et périodes sèches correspondant respectivement à des phases actives et pluvieuses ou à des phases dormantes et sèches de la mousson (WEBSTER, 1981).

Des décalages, glissements spatiaux et temporels, des fluctuations aléatoires d'intensité, particulièrement sensibles en début et en fin de la période humide, perturbent le partage saisonnier de l'année et compliquent le déroulement du cycle pluviométrique. La pluviosité présente de ce fait, une importante dispersion spatiale et temporelle qui peut masquer le déterminisme sous-jacent.

S'agissant plus particulièrement de la dispersion temporelle, son amplitude et sa complexité la rendent difficile à appréhender. On doit signaler tout spécialement :

— l'impossibilité de mettre en évidence des tendances à long terme sur des chroniques enregistrées de trop courte durée :

— l'existence de tendances pluriannuelles localisées dans le temps et réversibles, constituant des composantes cycliques ou pseudo-cycliques de l'évolution (LAMBERGEON, 1981) :

— des fluctuations interannuelles aléatoires de grande amplitude isolées ou regroupées sur des durées diverses (WRIGHT, 1974).

Des modèles statistiques de distribution temporelle des pluies fondés principalement sur la loi gamma tronquée (loi de PEARSON IV) permettent d'estimer globalement et fréquemment la pluviosité sur des périodes diverses. Mais aucun ne conduit à une simulation précise des événements pluviométriques et de leurs variations, susceptibles d'aider à la prévision.

En résumé, la pluviosité sahélienne, variable climatique aux fluctuations complexes et aléatoires, n'est actuellement connue que partiellement et d'une manière superficielle. Toute prévision est pour le moment quasi impossible à long terme et inexistante et peu sûre à court terme.

## 1.2. Caractéristiques hydrodynamiques des sols sahéliens

La végétation clairsemée des parcours a peu d'action sur la redistribution de l'eau des pluies. Le devenir immédiat de celle-ci, sa disponibilité pour la plante dépendent essentiellement des propriétés de la surface et du profil du sol, lesquelles régissent la distribution spatiale de l'eau et son partage en ruissellement superficiel et infiltration profonde.

S'agissant de la redistribution superficielle de l'eau, on doit distinguer une redistribution à grande échelle dans le paysage, vers les bas-fonds par la topographie et une redistribution fine dans les micro-dépressions, par le micro-relief de la surface du sol.

Le partage de l'eau en infiltration et ruissellement est fonction de la capacité de rétention et à la perméabilité du sol. La capacité de rétention résulte à la fois de l'espace poral ménagé par les contacts entre particules et agrégats solides (volume total et configuration des pores constituants...) et des forces de rétention développées dans la matrice solide. Elle dépend donc en particulier de la texture et de la structure locales et d'ensemble du profil.

Dans ce domaine, les sols sahéliens comprennent :

- des émergences rocheuses, à capacité de rétention intrinsèquement nulle, pouvant néanmoins emmagasiner irrégulièrement l'eau dans des fissures et anfractuosités qui définissent une « capacité fissurale » aléatoire :

- des milieux sableux et sablo-argileux de faible capacité au champ (5 à 15 % d'humidité volumique, 0,5 à 1,0 mm d'eau/cm d'épaisseur de sol) compensée par la profondeur utile du profil (1 à 3 m), ce qui amène la réserve utile totale (RU Totale) entre 100 et 150 mm d'eau :

- des milieux argileux et argilo-limoneux, dont les fortes capacités de rétention (20 à 40 % d'humidité volumique) sont neutralisées par la faible profondeur d'humectation du profil pédologique (10 à 75 cm de profondeur) ce qui donne des RU de 25 à 50 mm d'eau en glacis et de 100 à 150 mm d'eau en bas-fonds :

- des milieux de textures mixtes, principalement ceux à concrétions et ciments argileux présentant des capacités de rétention faibles à moyennes (15 à 20 % d'humidité volumique) : leurs nombreuses fissures et excavations provoquent des écoulements souterrains et des possibilités de stockage au contact de la roche-mère et font passer la RU de 50 à plus de 150 mm d'eau.

Le ruissellement est favorisé par diverses résistances à l'infiltration.

C'est tout d'abord l'encroûtement de la surface du sol (VALENTIN, 1981). Ce phénomène concomitant au dessèchement du profil en milieux arides résulte principalement d'un déséquilibre textural : carence en matières organiques, disproportions des éléments fins ou grossiers, disproportion des argiles smectiques dans les éléments fins,... Il est favorisé par des dégradations du milieu naturel, telles que : le déboisement, les cultures, l'essartage des arbres, le piétinement du bétail,... dégradations d'origine anthropique pour la plupart.

Les sols sont par ailleurs intensément destructurés sous l'action de l'eau, en raison de la prédominance de la montmorillonite dans les éléments fins (85 %) et des fortes intensités pluviométriques. Cette destructuration qui entraîne le colmatage des pores réduit l'infiltration.

En milieux argileux, le sol devient imperméable par imbibition, gonflement et dispersion des particules argileuses qui colmatent les pores des horizons sous-jacents.



Enfin, et c'est souvent le cas pour les sols sahéliens, les flux de transferts hydriques sont lents à cause des faibles taux d'humidité.

L'infiltration, la redistribution hydrique et l'évapotranspiration sont par suite ralenties dans ces sols et d'autant plus hétérogènes dans le temps comme dans l'espace, que les transferts hydriques peuvent être interrompus ou allongés par des fissures et fentes de retrait dans le profil.

Des pertes hydriques par drainage sont normalement nulles en raison des déficits quasi permanents de l'eau dans les sols sahéliens. Elles peuvent néanmoins survenir de façon non négligeable, momentanément, comme lors du ruissellement. Elles résultent alors, soit de la saturation très temporaire du profil en milieux sableux, soit de circulations préférentielles dans les macropores et fentes de retrait en milieux argileux.

En définitive, les sols sahéliens, souvent mauvais supports physiques pour la végétation, sont aussi défavorables à son alimentation hydrique. Le stockage de l'eau est ralenti soit par refus à l'infiltration dans le cas général, soit par excès d'infiltration, en milieux sableux, dans le cas contraire. Le tableau I où sont consignés les principaux termes du bilan hydrique, permet d'apprécier la façon dont se répartit la pluviosité annuelle dans les milieux types du bassin de la Mare d'Oursi.

TABLEAU I

Bilan hydrique annuel fréquentiel dans le bassin et ses principaux milieux représentatifs

	F	0,01	0,02	0,05	0,10	0,20	0,50	0,80	0,90	0,95	0,98	0,99
Pluviosité	Rec	100	50	20	10	5	2	5	10	20	50	100
	P	218	236	266	294	330	412	512	576	632	692	742
	Ps	294	319	359	397	446	556	691	778	853	934	1002
Milieu sableux	Pi	294	319	359	397	446	556	691	778	853	934	1002
	D	11	13	19	25	35	66	119	162	205	257	304
	ETR	284	305	340	371	410	490	572	616	648	677	698
Milieu argileux	R	129	140	158	175	197	246	306	345	379	415	445
	Pi	165	179	201	222	249	310	385	433	474	519	557
	D	0	1	1	1	2	3	6	9	11	15	18
	ETR	165	178	200	221	247	307	379	424	463	504	539
Milieu sablo-argileux	R	70	76	86	96	108	135	169	190	209	229	246
	Pi	224	243	273	301	338	421	522	588	644	705	756
	D	3	4	5	7	10	19	36	50	65	84	102
ETR	221	239	268	294	327	402	486	537	579	621	654	
Milieu argilo-limoneux	R	111	120	136	151	170	213	265	299	328	360	386
	Pi	183	199	223	246	276	344	426	479	525	574	616
	D	1	1	2	2	3	6	12	17	23	29	36
	ETR	183	197	221	244	273	337	414	461	502	545	580
Ensemble du bassin	R	9	16	28	39	54	86	126	151	174	197	217
	Pi	285	303	331	358	392	470	565	627	679	737	785
	D	5	6	8	10	13	22	38	51	64	80	96
	ETR	280	297	323	348	379	448	527	576	615	656	689

F = Fréquence. Réurrence (an):  $Rec = \begin{cases} 1/F & \text{pour } 0 < F < 0,5 \\ 1/1-F & \text{pour } 0,5 < F \end{cases}$ . R = Ruissellement annuel (mm). D = Drainage annuel (mm). P = Pluie annuelle mesurée à 1m (mm). Ps = Pluie annuelle mesurée au sol (mm). Pi = Pluie annuelle infiltrée (mm). ETR = Evapotranspiration annuelle (mm).

## 2. CONTRAINTES HYDRIQUES ET STRATÉGIES ANNUELLES DE DÉVELOPPEMENT DES ESPÈCES VÉGÉTALES

La végétation dans son ensemble ou certaines espèces botaniques en particulier ont des exigences hydriques qui doivent impérativement être satisfaites pour l'accomplissement du cycle reproducteur. Cet objectif implique que soient réalisées des conditions permettant au végétal :

— d'évoluer jusqu'à un seuil minimal de croissance massique et de maturité physiologique pour la production d'une quantité minimale de semences, nécessaire à la survie de l'espèce :

— de satisfaire aux besoins hydriques élevés en périodes sensibles ou critiques du cycle biologique : périodes pendant lesquelles un déficit hydrique éventuel pénalise fortement la croissance et le développement ultérieurs.

Ces exigences se transforment en de véritables contraintes physiologiques qui se résument en trois impératifs :

1) accomplir complètement le cycle reproducteur durant la période humide,

2) allonger autant que possible le cycle biologique afin de constituer la biomasse optimale nécessaire à la production des semences,

3) faire coïncider les phases sensibles du cycle biologique avec les périodes de disponibilité hydrique satisfaisante dans le profil pédologique.

Ces principes très simples à énoncer sont assez difficiles à observer ou à réaliser. Durant la courte saison des pluies, ils sont souvent antinomiques, les deux premiers en particulier. Ils sont à l'origine de deux stratégies contraires, adoptées concurremment par les plantes locales pour compléter les mécanismes de résistance à la sécheresse : la stratégie à germination dite explosive d'une part et celle à germination échelonnée d'autre part.

La première stratégie privilégie la rapidité du développement aux dépens de la croissance. Le raccourcissement du cycle phénologique qui en résulte, permet de diminuer les risques d'échec. Le pouvoir de reviviscence chez certaines espèces (*Tribulus terrestris*), renforce la sécurité. Les plantes qui adoptent cette stratégie : *Tribulus terrestris*, *Pancrathium trianthum*, *Dipcadi* sp, en milieu rocailleux et sableux, *Panicum laetum* en dépressions et micro-dépressions argileuses... sont généralement précoces, échappant à la concurrence inter-spécifique pour l'espace, l'eau, les sels minéraux...

Dans la seconde stratégie utilisée par la plupart des espèces dominantes : *Schoenfeldia gracilis*, les aristidées, *Spiroboles*... la production de biomasse n'est pas sacrifiée au profit du développement. Un cycle long favorisant l'élaboration de la matière organique est au contraire recherché par une implantation précoce, mais fractionnée pour réduire les risques d'échec total. Chaque vague de germination survenant après une phase active de la mousson a sa croissance décalée par rapport aux précédentes. Il s'en suit qu'à tout moment, une partie de la population des plantes en développement se trouve à un stade phénologique qui permet soit de résister aux stress hydriques les plus sévères soit, de profiter au maximum de conditions favorables.

Cette stratégie qui reprend à l'échelle intra-spécifique la succession inter-spécifique, minimise les risques de succès comme les risques d'échec, autrement dit tamponne l'impact climatique.

On peut aussi mentionner dans ce domaine, l'existence de stratégies mixtes comparativement aux précédentes, des stratégies à germination échelonnée, mais à cycle court, que celui-ci découle de conditions d'alimentation défavorable ou qu'il soit lié à la durée du jour (photo-périodisme). Le premier cas est illustré par les plantes à cycle court telles que les mils hâtifs ayant une durée de cycle de 60 à 90 jours. En ce qui concerne le second cas, on peut observer en fin de cycle, des spécimens de *Schoenfeldia gracilis*, *Cenchrus biflorus*... dits « néoténiques », dont certains individus présentent des tiges de moins de 5 cm de long portant épis de grains murs, à côté d'individus ayant des tiges de 40 à 75 cm de long.

### 3. LES RISQUES HYDRIQUES ENCOURUS PAR L'ACTIVITÉ AGRO-PASTORALE AU SAHEL

#### 3.1. La végétation naturelle

Chaque année, les conditions pluviométriques font courir à la végétation naturelle, dans son ensemble ou pour certaines espèces, de graves risques. Le matériel végétal est généralement bien adapté à ce type de risques. En témoignent les mécanismes biologiques de résistance à la sécheresse et les stratégies écologiques d'occupation de l'espace... mis en jeu. Cependant l'adaptation des espèces peut être interrompue par l'aggravation des conditions hydriques et des accidents catastrophiques peuvent en résulter.

Parmi ces accidents, il y a d'abord, l'échec à l'implantation par manque d'eau qui se traduit par de faibles taux de germination ou par des taux de mortalité anormalement élevés de plantules à la levée. Cette phase du cycle phénologique est particulièrement sensible pour la plantule en raison de faibles pouvoirs d'exploration du milieu, de prélèvement et de stockage des produits prélevés.

Ensuite, et de façon générale, il y a inadaptation du cycle biologique aux conditions d'alimentation hydrique de l'année. En découle des processus biologiques qui conduisent au ralentissement de la croissance, à la détérioration (échaudage, malformations architecturales, nécroses...) et même à la destruction des surfaces évaporantes et de l'appareil végétatif. Quant au cycle reproducteur en conditions défavorables, la production de semences est faible et peut même s'annuler en cas d'arrêt à des stades divers : préfloraison, floraison, épiaison... Soulignons brièvement que la pénurie d'eau se répercute sur l'alimentation minérale de la plante, comme sur l'ensemble du métabolisme. Pour la nutrition azotée, il y en outre effet sur le renouvellement du stock de l'élément, par interruption de la croissance des micro-organismes fixateurs de l'azote atmosphérique.

L'excès hydrique peut aussi être néfaste à la végétation. Beaucoup d'espèces ne supportent pas l'état d'asphyxie provoquée par la submersion des bas-fonds et impluviums. Les excès d'eau temporaires provoquent le ruissellement et l'érosion hydrique avec entraînement de résidus organiques et minéraux vers les bas-fonds et lessivage de la matière organique et des éléments minéraux du sol. Une mention spéciale doit être faite pour les pluies d'arrière-saison, les pluies d'octobre, en particulier. Outre les phénomènes susmentionnés, elles dégradent le tapis végétal sénescant, réduisant le stock de fourrage sur pied ainsi que la quantité et la qualité des produits de cultures. Elles provoquent par ailleurs des germinations tardives vouées à l'échec.

### 3.2. Les cultures

Activité secondaire en cette zone vouée à l'élevage, les cultures vivrières sont en nette progression, en raison de l'augmentation de la population. Aux alentours de la Mare d'Oursi, elles occupent déjà 20 % du terroir (TOUTAIN & de WISPELAERE, 1978). Mais la majeure partie des sols semblent impropres à cette activité. La bordure sahélo-saharienne est éliminée par l'existence de déficits hydriques insupportables, les glacis argileux et argilo-limoneux par le défaut de perméabilité du sol, certains bas-fonds très humifères à sol argileux lourd par des situations de compétition pour l'eau, défavorables à la plante.

Les cultures traditionnelles sont par suite cantonnées aux terrains légers très perméables, sableux à sablo-argileux et aux bas-fonds. Elles sont axées sur l'utilisation de la fertilité des parcours naturels et l'économie de l'eau. On y relève généralement que peu « d'intrants » : faibles quantités de fumure animale apportées assez rarement, peu de travaux culturaux pour la préparation du sol ou l'entretien des plantations. Le semis, qui dans son principe reprend la stratégie des plantes à germination échelonnée pour l'obtention de la durée optimale de végétation (semis et resemis, remplacement des manquants après pluies), est exécuté en poquets en des sols sommairement défrichés et débroussaillés. Seules les opérations de démariage et de binage-sarclage effectuées pour lutter contre les adventices et économiser l'eau sont contraignantes et exigeantes en main d'œuvre. Elles constituent un goulot d'étranglement technique pour les cultures traditionnelles (MILLEVILLE, 1980).

Les risques hydriques encourus par les cultures sont ceux déjà examinés pour la végétation naturelle, à savoir : l'échec à l'implantation par manque d'eau, l'inadéquation du cycle phénologique aux réserves hydriques disponibles dans le sol et des déficits hydriques graves rendant caducs les mécanismes de régulation biologique.

En définitive, la production de biomasse végétale est étroitement liée à la pluviométrie et plus précisément à la quantité d'eau évapo-transpirée correspondant généralement à la pluie infiltrée. (tableau I).

Pour l'ensemble du bassin de la Mare d'Oursi, on a les relations suivantes (SICOT & GROUZIS, 1981) :

$$Q = 0,47 P_i - 31,9 \quad r = 0,59 \quad n = 138$$

$$Q = 0,216 P_m (1 m) + 13,5 \quad r = 0,59 \quad n = 138$$

TABLEAU II

Productivité fréquentielle moyenne de la strate herbacée des alentours de la Mare d'Oursi (g. de matière sèche/m<sup>2</sup>) d'après la pluviosité du tableau I

F	1/F (an)	Q	F	1/1-F (an)	Q
Fréquence	Réurrence	Productivité	Fréquence	Réurrence	Productivité
0,01	100	61	0,99	100	197
0,02	50	65	0,98	50	163
0,05	20	71	0,95	20	150
0,10	10	77	0,90	10	138
0,20	5	85	0,80	5	124
0,50	2	102	0,50	2	102

avec un coefficient de corrélation  $r = 0,59$ , très hautement significatif obtenu pour  $n = 138$  couples de valeurs de P et de Q. Q est la productivité annuelle de matière sèche herbacée exprimée en  $g/m^2$ ,  $P_i$  : la pluie annuelle infiltrée et  $P_m$  (1 m) : la pluviosité annuelle moyenne du bassin déterminée à partir des mesures effectuées à 1 m au-dessus du sol et exprimée en mm.

Elles ont permis de dresser le tableau II des ressources fréquentielles en fourrages, fonction de la pluviosité. Pour les plantes cultivées, les rendements en grains et autres produits utiles s'en déduisent suivant des rapports d'allométrie particuliers, (harvest index), généralement constants en absence d'accidents climatiques.

### 3.3. L'élevage

L'élevage sahélien est l'activité la plus apte à valoriser les maigres ressources disponibles : les animaux s'abreuvent au point d'eau et pâturent l'herbe sur pied. Rustique et adapté aux conditions rigoureuses du milieu, le cheptel est constitué de bovins, ovins et caprins pour l'essentiel. L'exploitation des parcours est naturellement nomadisante et transhumante pour pallier l'insuffisance, l'hétérogénéité et la dispersion des ressources fourragères et utiliser leur complémentarité sur le plan de la nutrition minérale.

Le stock fourrager très variable avec la pluviosité subit sur pied de nombreuses dégradations qui entraînent plus de 40 % de pertes annuelles. Le tableau III et la figure 2 sont établis pour les 600  $km^2$  des alentours de la Mare d'Oursi, suivant les normes couramment admises en matière de pastoralisme à savoir : un taux d'utilisation de l'herbe de 40 % et des rations quotidiennes de 2,5 kg de fourrage sec pour 100 kg de poids vif, pour l'entretien de l'animal standard ou UBT (Unité de Bétail Tropical) pesant 250 kg (Anonyme, 1967, BOUDET, 1975, SEDES-IEMUT, 1968).

Pour chacun des milieux inventoriés, les risques climatiques pour l'élevage dépendent de la charge en bétail possible. Compte tenu de l'amplitude très élevée de ces variations et en dernière analyse de l'amplitude des fluctuations pluviométriques, il y a risque permanent de déséquilibre entre la pression d'exploitation et les disponibilités fourragères des parcours naturels. Le tableau III indique que les 600  $km^2$  du bassin de la Mare d'Oursi peuvent nourrir au maximum 20 000 UBT en année très favorable, qu'avec une charge totale de 10 700 UBT des problèmes d'alimentation risquent de se présenter une année sur deux, mais qu'avec une charge totale d'environ 8 000 UBT, les

TABLEAU III

Charge en bétail optimale fréquentielle des alentours de la Mare d'Oursi (exprimée en Unités de Bétail Tropical (UBT) pour 600  $km^2$  de bassin)

F	1/F (an)	Charge UBT	F	1/1-F (an)	Charge UBT
Fréquence	Réurrence		Fréquence	Réurrence	
0,01	100	6 375	0,99	100	20 727
0,02	50	6 786	0,98	50	17 148
0,05	20	7 470	0,95	20	15 781
0,10	10	8 101	0,90	10	14 518
0,20	5	8 921	0,80	5	13 045
0,50	2	10 731	0,50	2	10 731

risques de disette ne devraient apparaître qu'une fois tous les 10 ans (récurrence 1/F). Les déséquilibres sont d'autant plus difficiles à maîtriser que :

— il existe des tendances évolutives pluriannuelles, temporellement localisées, cycliques ou pseudo-cycliques sous-jacentes aux aléas interannuelles de la pluviosité :

— l'insuffisance de l'infrastructure hydraulique limite les possibilités d'exploitation de l'espace et de délestage local des pâturages :

— il y a globalement peu de mobilité de l'effectif du cheptel.

En réalité, ces équilibres sont biaisés par la rémanence ou la mémoire des situations d'abondance en périodes de déficits fourragers et par les pratiques socio-économiques des éleveurs qui les amènent à constituer des troupeaux jouant le rôle de coffre-fort et de signe extérieur de richesse, autant que de garde-manger ou de source de revenus. Le résultat est une surcharge chronique en bétail. En 1976, après des pertes d'environ 30 à 40 %, suite aux effets de la sécheresse de 1968 — 1973 (BARRAL, 1977), le cheptel était reconstitué aux alentours du bassin de la Mare d'Oursi (LHOSTE, 1977) et un excédent de charge de 15 à 20 % pouvait être noté (fig. 2).

Les conséquences de cette situation sont les suivantes :

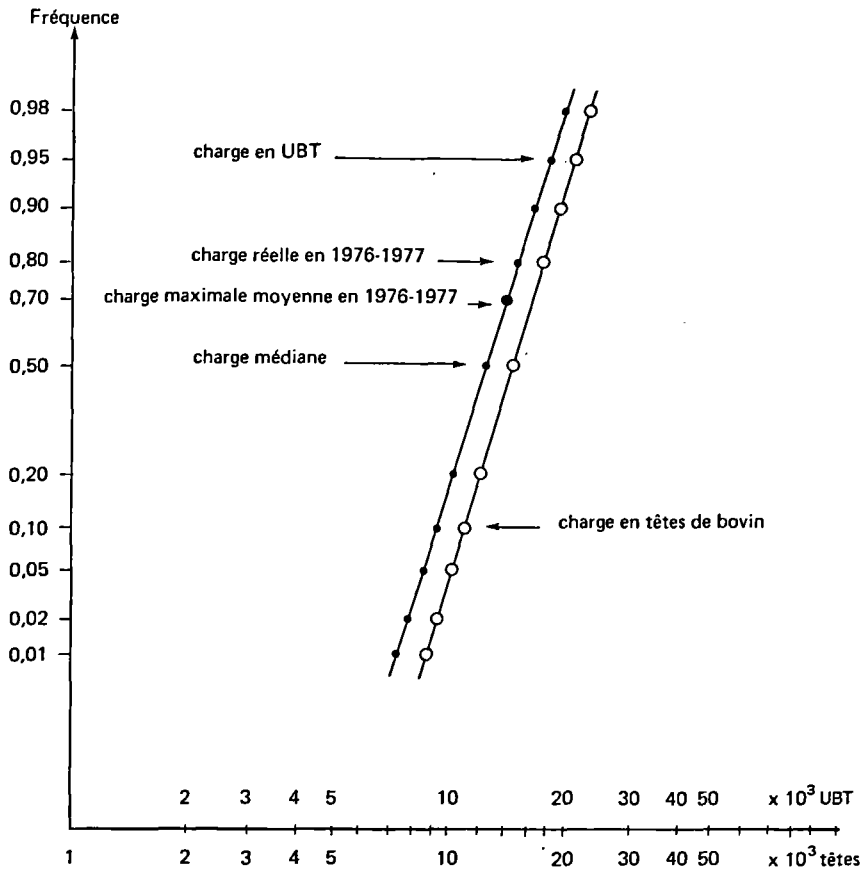


FIG. 2. — Charge fréquentielle en UBT et en têtes de bovin du bassin

— pour les animaux : la malnutrition, la famine, l'arrêt de la croissance, les pertes de poids et des réserves accumulées en hivernage, la mort d'animaux en saison sèche et des transhumances catastrophiques en cas d'aggravation insupportable de l'incidence des intempéries :

— et pour le milieu naturel, des dégradations de toutes sortes qui tendent à devenir irréversibles.

## CONCLUSION

Les faibles totaux pluviométriques, leurs fluctuations de grandes amplitudes, complexes et imprévisibles ne sont guère favorables à l'activité agropastorale au Sahel. Les effets aggravés par les caractéristiques hydriques des sols, font obstacle à l'implantation des plantules, rendent problématique l'alimentation en eau durant les phases sensibles du cycle phénologique et, par des stress hydriques insupportables, font peser des risques permanents d'échec à la végétation naturelle et aux cultures. Les disponibilités fourragères sont par suite très variables et aléatoires. Il en résulte des difficultés d'ajustement pour la charge d'exploitation par le bétail et des surcharges chroniques qui rendent le cheptel quasiment improductif et nuisible à la conservation du milieu.

## BIBLIOGRAPHIE

- Anonyme, 1967. — National handbook for range and related grazing land. US dept. agric. soil cons. service SCS rang 7, 1967, 77 p.
- BARRAL (H.), 1977. — Les populations nomades de l'Oudalan et leur espace pastoral. *Trav. et Doc.*, n° 77, ORSTOM, 119 p.
- BOUDET (G.), 1975. — Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. IEMVT et Minist. Coop., 254 p.
- KOWAL (J. M.), KASSAM (A. H.), 1977. — The agricultural ecology of Savanna, a study of Savanna of West Africa Oxford. Oxford Univ. press.
- LAMBERGEON (D.), 1981. — Possibilités de déterminer des probabilités de sécheresse et de les utiliser pour prendre des décisions. *Météo. nat.*, 12 p. *multigr.*
- LECAILLON (J.), MORRISON (C.), 1984. — Politiques macro-économiques et performances agricoles. Le cas de la Haute-Volta. OCDE, Centre de développement. Paris, 146 p.
- LHOSTE (P.), 1977. — Étude zootechnique, inventaire du cheptel. IEMVT, 49 p.
- MILLEVILLE (P.), 1980. — Étude d'un système de production agro-pastoral sahélien de Haute-Volta. 1<sup>ère</sup> partie : le système de culture. ORSTOM, 64 p. + 3 tableaux + 8 figures, *multigr.*
- SEDES-IEMVT, 1968. — Le ranching. Minist. coop. techn. rurales en Afrique.
- SICOT (A. M.), 1976. — A.C.C. Lutte contre l'aridité dans l'Oudalan (Haute-Volta). Évaluation de la production fourragère herbacée. ORSTOM-DGRST, 43 p. + annexes, *multigr.*
- SICOT (A. M.), 1980. — Déterminisme de la biomasse et des immobilisations minérales de la strate herbacée dans les parcours naturels sahéliens. *Cah. ORSTOM, sér. Biol.* 42 : 9-24.
- SICOT (A. M.), 1984. — Le bilan hydrique annuel et son incidence sur la production de biomasse de la strate herbacée en milieu sahélien. In « Les besoins en eau des cultures ». Conf. intern. Paris, 11/14 sept. 1984. CIID-INRA.
- SICOT (A. M.), GROUZIS (M.), 1981. — Pluviométrie et production des pâturages naturels sahéliens. Étude méthodologique de la production fréquentielle du bassin versant de la Mare d'Oursi (Charge fréquentielle du bassin versant de la Mare d'Oursi (Haute-Volta). ORSTOM, Ouagadougou, 33 p. *multigr.*
- TOUTAIN (B.), de WISPELAERE, 1978. — Pâturage de l'O.R.D. du Sahel et de la zone de délestage du Nord-Est de Fada N'Gourma. IEMVT, Étude agro-pastorale, n° 51.
- VALENTIN (C.), 1981. — Organisation pelliculaires superficielles de quelques sols de région sub-désertique (Agadez — République du Niger). Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Université de Paris VII, 229 p., 43 fig.
- WEBSTER (P.), 1981. — Les moussons. Pour la Science, Oct. 1981 : 88-99.
- WRIGHT, 1974. — Pouvaient-on prévoir la sécheresse en Afrique. *La recherche*, Paris, 44, 5 : 372-375.





# Le risque acridien

Yves GILLON \*

## INTRODUCTION

La majorité des insectes ravageurs de cultures appartient à des espèces qui vivent en permanence dans la région concernée et sont plus ou moins étroitement liées aux végétaux cultivés. C'est en fonction des densités atteintes localement par leurs populations, évaluées aussi tôt que possible par les services locaux de l'agriculture, de la protection des végétaux, parfois par un système d'avertissements agricoles, mais le plus souvent par le seul cultivateur, que sont déclenchées ou non les campagnes de lutte.

Les Acridiens ravageurs, contre lesquels on est amené à défendre les récoltes, ont une dynamique plus complexe car :

— ils vivent habituellement dans la végétation naturelle, comme les espèces inoffensives,

— ils sont capables de migrations,

— leurs variations quantitatives s'accompagnent parfois de variations qualitatives, comportementales en particulier, nécessitant une distinction entre forme, dite « phase » solitaire, et phase grégaire.

Les problèmes majeurs viennent en effet de la combinaison, chez certaines espèces (dites grégariaptés ou « locustes ») des fortes densités avec un changement de comportement des individus : réunion en bandes compactes, résistance aux facteurs du milieu, déplacements synchrones à longue distance, élargissement du régime alimentaire.

Ainsi, *Dociostaurus maroccanus*, dont les dégâts sur l'orge sont connus, et qui peut être élevé au laboratoire sur cette céréale, ne la consomme pas dans les conditions habituelles tant que les densités de population du criquet restent faibles (BEN HALIMA *et al.* 1984).

Pullulations, concentrations et migrations combinent leurs effets pour faire du risque acridien un phénomène particulièrement brutal. Localement, les Acridiens peuvent être ignorés pendant des années pour devenir soudain la principale cause de dégâts. Le grand public est alors alerté par des articles de vulgarisation alarmants (LAUNOIS 1986, LESTIENNE 1986, BELLINO 1987).

---

\* Entomologiste ORSTOM, département MAA, 213 rue La Fayette, 75480 Paris Cedex 10.

Les chiffres impressionnants, repris d'un auteur à l'autre, correspondent, pour *Schistocerca gregaria*, le criquet pèlerin, à environ 40 millions d'ailés par km<sup>2</sup>, pour des « nuages » pouvant s'étendre sur 1 000 km<sup>2</sup>. Les pertes s'évaluent alors par dizaines de milliers de tonnes par jour : 167 000 t de céréales en Éthiopie lors de l'invasion de 1958. Les Acridiens migrateurs sont en effet particulièrement voraces puisqu'ils ingèrent environ l'équivalent de leur poids corporel par jour, tandis que les espèces sédentaires qui vivent sur les graminées de savane se contentent de deux fois moins (GILLON 1968, 1970).

Les valeurs extrêmes constatées au Brésil pour d'autres espèces, bien que de moindre ampleur (des centaines de « nuages » mesurant 50 x 2 km et pesant 100 tonnes) deviennent tout de même préoccupantes (Anonyme 1986).

La nécessité de prévenir ce risque majeur a donné lieu à de nombreuses recherches dont les résultats furent remarquables (UVAROV 1977). On sait maintenant prévenir la plupart des invasions acridiennes car on en connaît en partie l'origine et les modalités. La situation reste toutefois partiellement incertaine, en dehors des insuffisances du dispositif de surveillance, car on explique difficilement :

- pourquoi certaines espèces pullulent et les autres pas,
- pourquoi les conditions favorables à la reproduction d'une espèce ne provoquent pas nécessairement de pullulations.

Répondre à la première question implique de connaître les capacités reproductrices de chaque espèce suivant les conditions de milieu. Répondre à la seconde est plus complexe encore car il faut évaluer les causes de mortalité et quantifier leurs effets suivant les variations temporelles et spatiales.

Se prémunir contre le risque acridien, c'est prévoir quand et où se produiront les pullulations dans la nature. Lorsque la prévision est assez précoce, la lutte peut être menée à bien, avant l'invasion des cultures.

## QUAND ?

Les variations démographiques sont d'une part, en principe, régulières (oscillations saisonnières) et d'autre part extrêmement irrégulières (fluctuations interannuelles).

### Oscillations saisonnières

Les variations régulières concernent les cycles de reproduction. Plusieurs espèces dangereuses ne possèdent qu'une génération par an (espèces monovoltines). Elles passent la saison sèche à l'état d'œuf (*Hieroglyphus daganensis* ou *Kraussaria angulifera*), ou d'ailé immature (*Ornithacris turbida*).

À l'opposé, chez les espèces les plus à craindre en Afrique (le criquet pèlerin et *Locusta migratoria*, le criquet migrateur), il peut y avoir quatre à cinq générations successives dans l'année si les conditions écologiques s'y prêtent.

Les migrations permettent à une espèce, en suivant le déplacement des pluies qui accompagnent la convergence intertropicale, d'échapper à l'assèchement local et de réaliser plusieurs générations successives dans l'année (LECOQ 1978). Il arrive que l'on observe, suivant la zone climatique, de une à trois générations par an pour une même espèce. *Oedaleus senegalensis* illustre cet exemple. Les chevauchements de générations et les mélanges de populations à

partir des individus migrants aboutissent à des situations complexes, avec présence d'aîlés en toutes saisons, sans que l'on puisse toujours distinguer le nombre de générations. C'est le cas d'*Acrotylus patruelis*.

La « période » des oscillations démographiques dépend donc de caractéristiques propres à l'espèce (rapidité de développement, stade de résistance à la sécheresse), et des oscillations saisonnières de la convergence intertropicale. La majorité des éclosions correspond au début des pluies et les mues imaginales coïncident avec le début de saison sèche (fig. 1). Autrement dit, pour les espèces monovoltines, les développements postembryonnaires sont d'autant plus rapides que la saison des pluies est plus courte (GILLON 1983).

L'accélération de la croissance correspond obligatoirement à une augmentation corrélative de la consommation journalière. Les baisses d'effectifs par

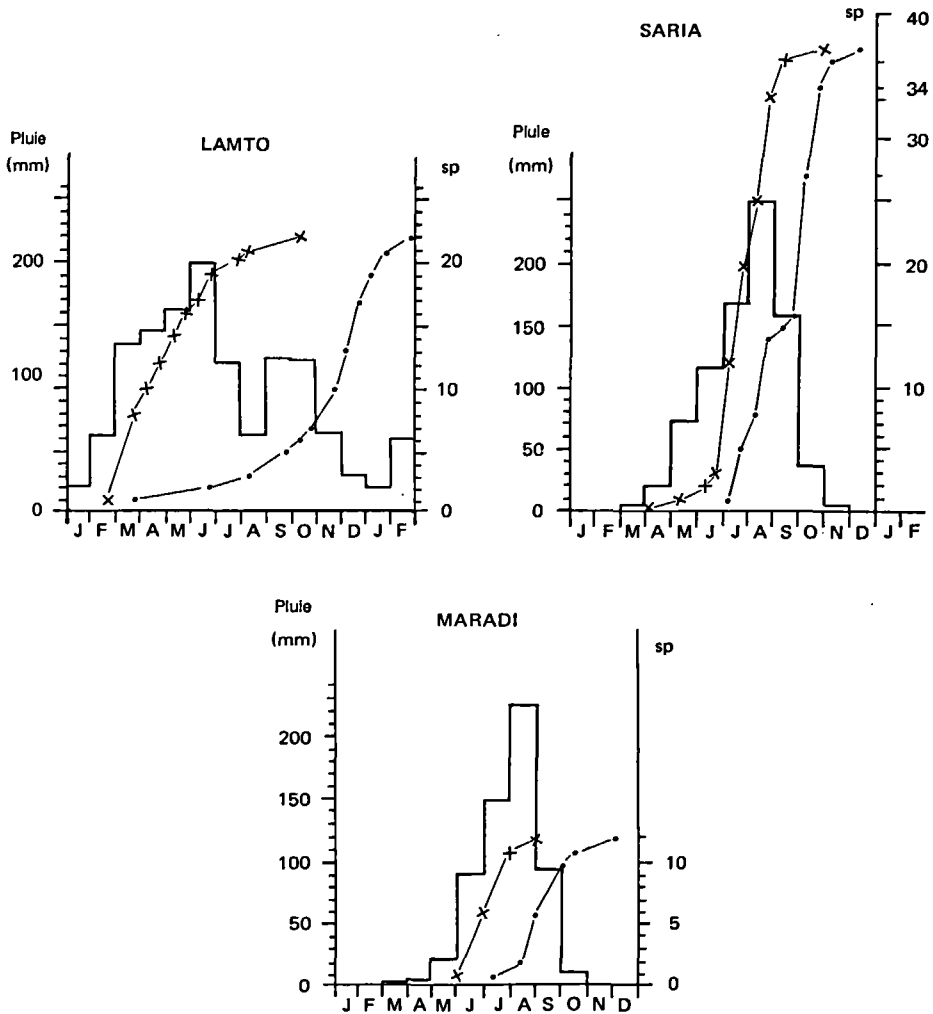


Fig. 1. - Somme du nombre d'espèces acridiennes monovoltines (sp) arrivant à l'éclosion (x) et en fin de développement (o) en fonction des pluies (mm) dans trois localités d'Afrique de l'ouest. Données ORSTOM (Lamto) et PRIFAS (Saria et Maradi), (in GILLON 1983).

mortalité dans les cohortes juvéniles ne compensent pas l'augmentation de consommation liée à l'accroissement pondéral moyen de ces jeunes (GILLON 1973). Autrement dit plus la saison avance et plus les dégâts sont considérables malgré la diminution d'effectif chez les espèces monovoltines. De plus, les individus grégaires restent en densité constante, fonction de la distance interindividuelle spécifique : ce n'est que la taille des bandes qui diminue.

En un lieu donné, le risque acridien dépend d'une part des oscillations démographiques, d'autre part des mouvements de population. D'une manière générale, plus un milieu est ouvert et plus la part due aux déplacements de populations est prépondérante. Pour l'Afrique, cette règle s'illustre, aux deux extrêmes, d'un côté par le criquet pèlerin dans le domaine subtropical désertique et, de l'autre, par les nombreuses espèces microptères et aptères de forêt dense.

Dans les savanes intermédiaires, on observe un gradient entre espèces mobiles en zones sahéliennes et espèces sédentaires en savanes guinéennes.

Autrement dit, en zone aride l'apparition des Acridiens est brutale, car elle résulte essentiellement de l'arrivée d'insectes ailés, tandis qu'en régions humides les peuplements juvéniles locaux précèdent les adultes.

En Afrique de l'Ouest, la plaine d'inondation du delta intérieur du Niger crée, sur une vaste étendue, des conditions particulières, favorables à la prolifération des Acridiens. En effet, lorsque les pluies ont cessé, le sol progressivement exondé reste humide, donc la végétation verte... et les Acridiens sexuellement actifs. Beaucoup d'espèces présentent là une génération supplémentaire.

En conclusion, ces exemples montrent l'importance primordiale du facteur hydrique dans les différentes étapes du cycle annuel des Acridiens. C'est un facteur de sélection inscrit dans le génome des espèces monovoltines, c'est aussi un facteur immédiat qui module au niveau individuel l'expression de ce caractère génétique.

### Fluctuations interannuelles

Les fluctuations irrégulières interannuelles dépendent de la fécondité des femelles et du taux de survie des descendants. Si une femelle pond 200 œufs, dont la moitié sont de sexe mâle, il faut une mortalité de 99 % avant l'âge adulte pour maintenir une population stable de cette génération à la suivante. Si la mortalité diminue de quelques pourcents seulement, le taux d'augmentation des effectifs d'une génération à l'autre sera proportionnel à cet abaissement de mortalité.

Ces phénomènes irréguliers ne sont prévisibles qu'à relativement court terme (moins d'une année), le plus souvent après les éclosions. Encore faut-il savoir reconnaître les stades jeunes des différentes espèces. Or la taxonomie et les manuels d'identification étant basée sur les insectes adultes (LAUNOIS 1979, MESTRE 1988), rares sont les travaux consacrés à la reconnaissance des stades juvéniles (GILLON 1974).

Une meilleure prédiction nécessiterait une connaissance des taux de mortalité des œufs : valeurs difficiles à obtenir en raison des problèmes d'échantillonnage dans le sol. Les résultats fragmentaires de la littérature font penser à une variabilité élevée de cette mortalité : ce qui ne fait que confirmer l'importance de ce stade en terme de prévisions.

Les fluctuations irrégulières sont, comme les oscillations saisonnières, liées aux pluies, qui agissent directement sur la physiologie des insectes (maturation, arrêts de quiescence) et indirectement par l'intermédiaire des plantes

consommées et des facteurs biotiques de mortalité (microorganismes pathogènes, parasites, prédateurs).

En zone tempérée, ce seraient les successions d'étés chauds et secs qui permettraient le déclenchement de pullulations, comme le montrent EDWARDS (1960) pour les *Melanoplus* du Saskatchewan et ALLEGUEDE (1947), FABRY (1984) et LOUVEAUX *et al.*, (1986) pour *Calliptamus italicus* en France.

Les pluies étant jusqu'à maintenant, dans les régions tropicales sèches, prédictibles quant à la saison, mais imprédictibles quant à leur quantité, il en va de même des populations acridiennes qui en dépendent.

De plus, une pluviosité donnée n'a pas toujours les mêmes conséquences à un endroit donné. Il semble que des pluies « normales », survenant après plusieurs années déficitaires provoquent la prolifération d'espèces variées (phénomène observé en zone soudano-sahélienne, sur les sauteriaux, mais aussi les iules et les rongeurs, dans les années qui ont suivi la sécheresse de 1972). Inversement, une population abondante peut, l'année suivante, retourner à une situation moyenne dans un contexte pluviométrique, lui aussi, moyen.

Deux hypothèses non exclusives peuvent expliquer ce phénomène :

— une sélection rigoureuse des plus aptes lorsque les conditions sont défavorables. Les survivants seraient donc particulièrement vigoureux et prolifères.

— une plus grande sensibilité à la sécheresse, donc une mortalité plus importante de certaines espèces prédatrices ou parasites qui, en temps normal, régulent les populations acridiennes.

Faute de disposer d'un modèle prédictif à moyen terme, et de données fiables sur la survie des œufs, c'est au moment principal des éclosions, donc au début de la saison des pluies, qu'il devient possible d'évaluer la menace des sauteriaux. Les chances de succès de la lutte sont alors optimales : stades les plus sensibles aux pesticides, élimination avant reproduction (les œufs dans le sol sont pratiquement inaccessibles par traitement chimique), intervention avant que les cultures ne soient atteintes.

Pour le criquet pèlerin, en raison de l'extrême étendue de son domaine vital, les données satellitaires sur l'enneigement, la température du sol et les indices de végétation, devraient bientôt constituer les meilleurs outils de surveillance. Cependant l'interprétation des données de la télédétection reste encore imparfaite, ne serait-ce que pour savoir où et quand il pleut, et si la végétation repérable correspond ou non à des plantes utilisables par l'insecte. De plus les bandes grégaires une fois formées peuvent migrer loin de la région où elles sont apparues. En une semaine des criquets pèlerins peuvent parcourir 1 000 km, et 5 000 km peuvent séparer les champs de pontes de deux générations successives.

La surveillance sur le terrain reste donc indispensable. Simplement les prospections seront d'autant plus efficaces que l'on améliorera la connaissance des conditions de reproduction, de grégarisation et de migration de ces ravageurs si particuliers.

Il existe une relative indépendance des fluctuations démographiques entre criquets pèlerins d'Asie, d'Afrique orientale et d'Afrique occidentale. En effet, la situation acridienne locale peut être très différente au même instant, d'un lieu à l'autre, en raison non seulement de la distribution irrégulière des précipitations, mais aussi en fonction des populations acridiennes présentes.

Une même séquence pluviométrique n'a pas obligatoirement, en un lieu

donné les mêmes conséquences sur les différents Acridiens. DIOP (1987) montre sur 4 ans à Richard Toll, au Sénégal, une augmentation de population de *Aiolopus simulator* et *A. thalassinus* en 1983 et 1984, tandis que *Oedaleus senegalensis* ne se mit à pulluler qu'en 1986. Pourtant les proliférations d'une espèce particulière s'accompagnent d'une élévation générale du niveau de peuplement des Acridiens.

Il existe donc de « bonnes » et de « mauvaises » années pour l'ensemble des criquets, liées semble-t-il, simultanément ou successivement, à d'autres ravageurs.

OÙ ?

### Biogéographie de la menace acridienne

Parler du fléau acridien, c'est parler de l'Afrique. De fait, la huitième plaie d'Égypte a donné au péril sa juste valeur dans la mémoire des peuples. Le montant des opérations de lutte en Afrique contre les acridiens est évalué aux environs de 100 millions de \$ pour 1987. Il ne faut pas, pour autant, oublier les autres continents. La menace existe, même en dehors des tropiques. Les pertes agricoles dans la province du Saskatchewan furent évaluées à 60 millions de \$ U.S. en 1985 (CARBONNEAU 1986).

Le seul criquet pèlerin ne limite d'ailleurs pas ses exploits au sol africain. Le Moyen Orient, le Pakistan, le nord de l'Inde sont soumis aussi à ses déprédations. On distingue trois principales régions de reproduction, interactives en fonction des cycles de reproduction (ROFFEY et POPOV 1968) :

— Une zone de reproduction hiverno-printannière le long des côtes de la mer Rouge et du golf d'Aden, qui est le point de départ des invasions généralisées vers les autres zones de reproduction ;

— Deux zones de reproduction estivale dont l'une est au Moyen Orient et l'autre en Afrique de l'Ouest (Mauritanie, Sud Algérien, Nord Mali et Nord Niger).

L'Amérique tropicale connaît les ravages de plusieurs espèces appartenant au même genre : *S. flavofasciata* (De Geer, 1773), *S. nitens* (Thunberg, 1815) *S. pallens* (Thunberg, 1815) dans toute la zone intertropicale. *S. cancellata* (Serville, 1838) est à redouter au sud du continent latino-américain, et *S. piceifrons* en Amérique centrale. Le Brésil compte une soixantaine d'espèces capables de s'attaquer aux cultures (COPR 1982).

En Australie, une espèce ordinairement discrète, *Phaulacridium vittatum*, s'est brutalement révélée, en 1980-1981, capable de pulluler (FARROW *et al.* 1982, NICOLAS *et al.* 1985). Il a donc fallu l'ajouter à la liste des Acridiens nuisibles de ce pays, où certains provoquent fréquemment d'importants dégâts : *Chortoicetes terminifera* (Walker 1870) à l'est, *Austroicetes cruciata* (Saussure 1888) au sud. Les dégâts aux pâturages peuvent être tels que l'érosion s'en trouve augmentée (ANDREWARTHA 1939).

Il faut donc considérer que d'une part les espèces sont différentes d'un lieu à l'autre, mais que, d'autre part, certaines espèces couvrent un domaine vital extrêmement étendu. Parmi ces espèces à vaste répartition géographique, on a pu déceler des sous-espèces dont certaines sont potentiellement nuisibles et d'autres pas. Encore faut-il se méfier des conclusions hâtives. Des populations considérées comme inaptes à grégariser peuvent se « réveiller » tout à coup,

comme celles de *Locusta migratoria* dans les Landes en 1946 (ZOLOTARESKY 1947, LOUVEAUX et GILLON 1986).

On peut aussi observer des caractéristiques biologiques différentes sur un gradient climatique (latitudinal ou altitudinal) relativement continu. Des populations isolées, apparaissent adaptées à des conditions d'environnement localement différentes les unes des autres. (HUGUENY et LOUVEAUX 1986).

Le risque acridien n'est donc pratiquement absent nulle part, excepté en Polynésie, mais ses manifestations apparaissent extrêmement variables dans leur fréquence, leur intensité, leur brutalité et leur nature même suivant les continents et les régions écoclimatiques.

### Les milieux anthropisés

Les transformations de l'environnement par l'homme provoquent de profonds bouleversements dans les peuplements acridiens. La plupart des espèces, liées à des végétaux variés régressent ou disparaissent en même temps que diminue la diversité végétale.

En revanche, quelques espèces acridiennes, rares dans les conditions naturelles non perturbées, vont rencontrer sur de considérables étendues des conditions favorables à leur multiplication. Leur potentiel biotique, adapté à des conditions rares ou aléatoires, provoquera des explosions démographiques lorsque des conditions similaires (nourriture, microclimat...) se retrouvent en permanence sur de grandes étendues du fait des interventions humaines : irrigations dans le désert lybien, qui provoque des pullulations de *Locusta migratoria*, déboisements des forêts humides, qui offre à *Zonocerus variegatus* (le « criquet puant ») une considérable extension de son milieu de vie originel : chablis et lisières (COUTURIER *et al.* 1984). En zone sahélo-soudanienne, c'est *Kraussaria angulifera* qui est favorisé par la dégradation de la couverture herbeuse. De même a-t-on observé récemment des invasions de *Coscinata virens* à Trinidad ou de *Stiphra robusta* au Brésil. Au Brésil des dégâts à grande échelle sont apparus depuis 1938, le plus souvent provoqués par *Rhammatocerus pictus* et *Schistocerca pallens* (LAUNOIS 1984, Anonyme 1986). Les dégâts signalés au Pérou (Beigolea 1978), concerneraient *Schistocerca cancelata*, mais toute détermination antérieure à la révision de HARVEY (1981) des *Schistocerca* sud-américains est incertaine.

FARROW (1979) montre aussi l'importance de la transformation du milieu par l'homme (extension des pâturages) dans la prolifération de *Locusta migratoria* en Australie. Plusieurs auteurs considèrent le surpâturage comme un facteur favorisant les pullulations (SKAF 1972, HOLMES *et al.*, 1979, SHIVOMI *et al.*, 1982), ce qui tend à prouver que la disponibilité en nourriture est moins limitante pour les acridiens que la structuration de la végétation.

C'est encore l'anthropisation du milieu (extension des friches et surpâturage) qu'il faut invoquer à propos des invasions de *Dociostaurus maroccanus* (PASQUIER 1934, SKAF 1972) et de *Calliptamus italicus* en climat tempéré sec (LOUVEAUX *et al.*, 1988).

### CONCLUSIONS

Migrations et grégarisation (groupement des individus) constituent à la fois le principal danger et le principal moyen de prévention des dégâts de locustes. Principal danger car ils apparaissent du jour au lendemain en tels nombres que tout feuillage est anéanti sur leur passage, mais facteur favorable à la lutte car

le risque peut être évalué avant les premiers dégâts. On a pu reconstituer les parcours des bandes, et l'on sait maintenant qu'elles sont capables de franchir de très longues distances, en utilisant parfois plusieurs générations successives. Ainsi les populations acridiennes du Queensland se répandent, à l'occasion des dépressions atmosphériques, jusqu'au sud de l'Australie (CSIRO 1974). Actuellement les limites d'utilité de la télédétection dans le domaine de l'acridologie tiennent, à l'imprécision des indices de végétation lorsque la couverture herbacée est faible (mais suffisante pour alimenter les acridiens des zones arides), et à l'impossibilité de distinguer entre espèces végétales distinctes, dont la valeur nutritive est, pour l'insecte, très variable de l'une à l'autre (BEN HALIMA *et al.* 1984).

On sait depuis longtemps que l'eau est un facteur essentiel de la vie des Acridiens. Les œufs en particulier, n'éclosent pas et même n'achèvent par leur développement embryonnaire, s'ils ne peuvent prélever de l'eau dans le sol. Récemment, on a pu corréliser la quantité d'eau ingérée par des femelles avec leur développement ovarien (BEN HALIMA *et al.* 1983).

En conséquence, les pluies sont, directement, un élément majeur du risque acridien. Même le criquet pèlerin, espèce subdésertique, dépend étroitement des pluies, à tel point que l'amélioration des prédictions des pullulations dépend essentiellement de celle des interprétations d'observations satellitaires. La variation de distribution des pluies dans l'espace commande le succès reproducteur local des populations acridiennes comme FARROW (1979) l'a établi pour l'Australie.

Dans les zones arides, les années favorables aux cultures pluviales apparaissent donc aussi comme des années favorables aux pullulations acridiennes. On peut alors se demander pourquoi les espèces des zones arides ne vivent pas sous des climats plus humides dont les moyennes correspondent aux années les plus arrosées de ces zones arides ?

La réponse vient des autres facteurs de l'environnement, qui dépendent également des précipitations : ce sont d'une part les végétaux, d'autre part les prédateurs et parasites des Acridiens. Une pullulation est une déstabilisation démographique due à des *événements inhabituels*. S'ils deviennent habituels un nouvel équilibre se crée qui ramène les populations à un taux d'accroissement proche de zéro.

L'importance de la végétation ne tient pas seulement à la nature des plantes consommées, mais aussi à la structuration du milieu. C'est ainsi que dans une savane le peuplement acridien change avec la structure du tapis végétal, qui dépend de l'ancienneté du dernier passage d'un feu, pour une même composition floristique (GILLON 1971). Aussi faut-il interpréter les proliférations acridiennes dans les milieux secondarisés en terme de structure autant, sinon plus que de composition floristique. Une bonne appréciation des paramètres de structure permettrait un aménagement du milieu qui limiterait les risques de pullulations.

Toute amélioration de la prédiction, donc de la lutte, passe par une amélioration des connaissances des premières étapes des accroissements démographiques, accélérés par les phénomènes de densation (grégarisation). Or, en ce qui concerne le criquet pèlerin en particulier, les recherches sont menées soit en laboratoire (en élevages denses) soit en période de prolifération, lorsque les insectes (et les crédits de recherche) deviennent accessibles. Inversement, en période de récession, et en phase solitaire, l'espèce est repliée sur ses terrains les plus arides, donc difficiles d'accès, à des densités faibles peu propices à l'étude. On manque donc terriblement de connaissance sur la phase initiale des explosions démographiques et sur ses prémisses.



BIBLIOGRAPHIE

- ADLER d'(M. A.), 1978. — Les criquets reviennent. *Sciences et Avenir*, 378 : 30-37.
- ALLEGUEDE (R.), 1947. — La lutte contre le criquet italien dans les Charentes. *Rev. zool. Agric.*, Bordeaux : 45-50.
- ANDREWARTHA (H. G.), 1939. — The small plague grasshopper (*Austroicetes cruciata* Sauss.). Notes on present position in South Australia and recommendation for control measures. *J. Dep. Agric. S. Aust.*, 43 : 99-107.
- Anonyme, 1986. — A marcha dos gafanhotos. *Lavoura Arrozeira* (Brazil), 39 (366) : 23-24.
- BEIGOLEA (O. D.), 1978. — Bases ecologicas para el control racional de la langosta migratoria sudamerica *Schistocerca cancelata* (Serv.) en el Peru. *Rev. Per. Ent.*, 21 (1) : 89-95.
- BELLINO (M.), 1987. — Criquets : une « plaie » toujours menaçante ? *Naturellement*, 21 : 6-7.
- BEN HALIMA (T.), LOUVEAUX (A.), GILLON (Y.), 1983. — Rôle de l'eau de boisson sur la prise de nourriture sèche et le développement ovarien de *Locusta migratoria migratorioides*. *Ent. exp. et appl.*, 33 : 329-335.
- BEN HALIMA (T.), GILLON (Y.), LOUVEAUX (A.), 1984. — Utilisation des ressources trophiques par *Dociostaurus maroccanus* (Thunberg, 1815) (Orthop. : Acrididae). Choix des espèces consommées en fonction de leur valeur nutritive. *Acta Oecologica. Oecol. gener.*, 5 (4) : 383-406.
- COPR, 1982. — The locust and grasshopper agricultural manual. COPR, London, 690 p.
- COUTURIER (G.), DONSKOFF (M.), DUVIARD (D.), 1984. — Influence de la pénétration humaine sur les peuplements entomologiques en forêt de Tai (Côte d'Ivoire). II. Les peuplements acridiens. *Ann. Univ. Abidjan, séri. E. (Ecologie)*, 17 : 153-182.
- CSIRO, 1974. — On the track of the locust. Where did this summer's plague come from ? *Rural Research*, 83 : 2-6.
- DIOP (T.), 1987. — Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'Acridiens dans la vallée du Sénégal. Thèse Univ. Paris VI, 152 p.
- EDWARDS (R. I.), 1960. — Relationship between grasshopper abundance and weather conditons in Saskatchewan. 1930-1958. *The Canadian entomologist*, 92 : 619-624.
- FABRY (M. H.), 1984. — Recherche des circonstances climatiques ayant favorisé les pullulations de *Calliptamus* en Poitou-Charentes. Influence du facteur climatique sur le développement des œufs. Rapport de stage. École Nationale de la météorologie, 89 p.
- FARROW (R. A.), 1979. — Causes of recent changes in the distribution and abundance of the migratory locust (*Locusta migratoria* L.) in Australia in relation to plagues. *CSIRO division of Entomolog. Report*. n° 9, 32 p.
- FARROW (R. A.), NICOLAS (G.), DOWSE (J. E.), 1982. — Migration in the macropterous form of the wingless grasshopper, *Phaulacridium vittatum* (Sjostedt) during an outbreak. *J. aust. ent. Soc.*, 21 : 307-308.
- GILLON (Y.), 1968. — Caractéristiques quantitatives du développement et de l'alimentation de *Rhabdoplea klaptoczi* (Karni 1915) (Orthoptera : Acrididae). *Ann. Univ. Abidjan*, 1 (E) : 101-112.
- GILLON (Y.), 1970. — Caractéristiques quantitatives du développement et de l'alimentation d'*Orthochthya brachycnemis* Karsch 1893 (Orthoptera : Acrididae). *La terre et la vie*, 24 : 425-448.
- GILLON (Y.), 1971. — The effect of bush fire on the principal acridid species of an Ivory Coast savanna. *Proc. annual Tall Timbers Fire Ecology Conference* : 419-471.
- GILLON (Y.), 1973. — Bilan énergétique de la population d'*Orthochthya brachycnemis* Karsch, principale espèce acridienne de la savane de Lamto. *Ann. Univ. Abidjan*, 6 (E) : 105-125.
- GILLON (Y.), 1974. — Reconnaissance des jeunes Acridiens de la mosaïque forêt-savane (Côte d'Ivoire). *Ann. Univ. Abidjan*, 7 (E) : 453-531.
- GILLON (Y.), 1983. — The invertebrates of the grass layer. — In Tropical savannas (F. Bourlière ed.). *Elsevier*, Amsterdam : 289-311.
- HARVEY (A. W.), 1981. — A reclassification of the *Schistocerca-americana* complex (Orthoptera : Acrididae). *Acrida*, 10 (2) : 280-298.
- HOLMES (N. D.), SMITH (D. S.), JOHNSTON (A.), 1979. — Effect of grazing by cattle on the abundance of grasshoppers on Fescue grassland. *J. Range Manage.*, 32 : 310-311.

- HUGUENY (B.), LOUVEAUX (A.), 1986. — Gradient d'aridité et variation latitudinale de caractéristiques du développement chez *Calliptamus barbarus* (Costa 1836) (Insecte Orthoptère, Acrididae). *Acta Oecologica gener.*, 7 (4) : 317-334.
- LAUNOIS (M.), 1979. — Manuel pratique d'identification des principaux Acridiens du Sahel. GERDAT/PRIFAS, *Min. Coop.*, Paris, 303 p.
- LAUNOIS (M.), 1984. — Introduction à l'étude des pullulations du criquet ravageur *Rhammatocerus pictus*, (Bruner, 1900) (Orthoptera, Acrididae, Gamphocerinae) au Mato grosso (Brésil). GERDAT/PRIFAS, EMBRAPA, Petrolina, 26 p.
- LAUNOIS (M.), 1986. — Les criquets menacent l'Afrique. *La Recherche*, 179 : 978-980.
- LECOQ (M.), 1978. — Biologie et dynamique d'un peuplement acridien de zone soudanienne en Afrique de l'Ouest (Orthoptera, Acrididae). *Ann. Soc. Entomol. Fr. (N. S.)*, 14 : 606-681.
- LESTIENNE (C.), 1986. — Et les criquets mangèrent l'Afrique. *Sciences et Avenir*, 474 : 53-57.
- LOUVEAUX (A.) et GILLON (Y.), 1986. — Pullulations d'Acridiens en France. *L'entomologiste*, 42 (5) : 283-287.
- LOUVEAUX (A.), PAYEN (D.), FABRY (M. H.), 1986. — Variabilité climatique et destabilisation démographique de *Calliptamus italicus* (L.) (Orthoptère : Acrididae). Colloque National du CNRS : « Biologie des populations », Lyon : 569-575.
- LOUVEAUX (A.), PEYRELONGUE (J. Y.), GILLON (Y.), 1988. — Action des facteurs proximaux sur la démographie du criquet italien (*Calliptamus italicus* (L.) : Orth. Acrididae). *C. R. Acad. Agriculture, France*.
- MESTRE (J.), 1988. — Les Acridiens de l'Afrique de l'Ouest. Min. coop., CIRAD/PRIFAS, Paris, 331 p.
- NICOLAS (G.) MORÈRE (J. L.), FARROW (R.), 1985. — Phénologie d'une population de *Phaulacridium vittatum* Sjost (Acrididae) en Nouvelles Galles du sud, Australie. Influence de la densité de population sur le polymorphisme phasaire. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 110 (4) : p 409-411.
- PASQUIER (R.), 1934. — Contribution à l'étude du criquet marocain *Dociostaurus maroccanus* Thunb. en Afrique mineure. *Bull. Société d'Histoire naturelle de l'Afrique du nord*, 25 : 167-200.
- ROFFEY (J.), POPOV (G. B.), 1968. — Environmental and behavioural processes in a Desert locust outbreak. *Nature*, 219 : 446-449.
- SHIYOMI (M.), MATSUMOTO (Y.), MATSUMOTO (T.), 1982. — Primary consumption by grasshoppers in a native grazing pasture. *Bull. Natl. Grassl. Res. Inst.*, 23 : 24-40.
- SKAF (R. M.), 1972. — Le criquet marocain, *Dociostaurus maroccanus* Thunberg au Proche Orient et sa grégarisation sous l'influence de l'homme. Thèse Docteur Ingénieur, Université Paris VI, 182 p.
- UVAROV (B.), 1977. — Grasshoppers and locusts. Vol. 2. COPR, London, 613 p.
- ZOLOTAREVSKY (B.), 1947. — Quelques remarques sur l'invasion du criquet migrateur (*Locusta migratoria* L.) dans les landes de Gascogne. *Bull. semestriel de l'Office National Anti-acridien*, 4 : 35-43.

# *L'insecte et le risque agricole*

Paul COCHEREAU \*

Le risque agricole peut être défini comme tout un ensemble de facteurs contraires à une production stable et économiquement satisfaisante. L'insecte ravageur des cultures est un de ces facteurs ; il peut, dans certains cas, devenir prépondérant.

En effet, pour se nourrir, l'insecte prélève une part très importante des plantes cultivées et des denrées alimentaires entreposées par l'homme. Il est plus prudent de n'en pas donner ici une évaluation précise à l'échelle de la planète, faute de données fiables.

Ce risque constant de pertes alimentaires est perçu plus ou moins distinctement par chaque cultivateur, en pays industrialisé comme en pays en voie de développement. Cet agriculteur cherche à se prémunir contre le risque de perdre tout ou partie de sa récolte, ou des réserves qu'il constitue, en utilisant, s'il en a les moyens, toute une panoplie de méthodes de lutte, sophistiquées ou empiriques ; mais ce n'est qu'à ce stade que le cultivateur pourra intervenir.

De leur côté, avant de transmettre le produit de leurs recherches à l'utilisateur, l'entomologiste agricole et l'agronome doivent considérer un grand nombre d'aspects interdépendants.

Il s'agit d'abord d'identifier de façon précise l'insecte ravageur (ou l'oiseau, ou le rongeur), mais aussi les auxiliaires naturels qui pourraient aider à le limiter ; puis d'évaluer sur place le risque encouru par la culture et l'économie du pays, de la région ou de l'exploitation ; enfin de combattre le ravageur en cause, c'est à dire d'abord de prévenir ses dégâts, lorsque cet insecte est bien connu, puis de diminuer ces derniers, lorsque l'état de crise est installé sur la culture ou dans les stocks.

## L'IDENTIFICATION DU RISQUE

Identifier le risque, c'est d'abord identifier l'insecte responsable des pertes que l'on pressent. C'est un problème majeur.

Dans une zone géographique donnée, les mêmes plantes sont cultivées depuis des générations et leurs ravageurs habituels sont répertoriés depuis longtemps. Cependant, l'amplitude des échanges commerciaux entre régions

---

\* Entomologiste. ORSTOM-INRA, BP 1232, 97184 Pointe-à-Pitre cedex.

écologiquement semblables, autrefois isolées, l'extension des zones cultivées, la diversification des façons culturales, les manipulations variétales, modifient constamment les paramètres écologiques des agrosystèmes et en particulier l'identité des ravageurs potentiels. C'est ainsi que, souvent, devant les introductions de plantes, de variétés et de cultures nouvelles, le spécialiste de la défense des cultures se trouve en partie désarmé faute de taxonomistes. La détermination et la description d'un ravageur nouveau, si elles ne sont pas toujours aisées, sont fournies le plus souvent, mais elles le sont rarement avec certitude lorsqu'il s'agit de la faune auxiliaire ; celle-ci gravite autour du ravageur primaire et reste utilisable en lutte biologique. Cette identification précise doit non seulement permettre de rapporter pour l'avenir, à l'espèce en cause, le travail accompli, mais devrait aussi guider la bibliographie, si possible, et surtout la lutte future. Il existe là un risque important de perte de temps et de données à propos d'espèces qui peuvent rester inconnues pour la science longtemps encore. Le risque d'erreur de détermination de la part du spécialiste, d'autre part, peut à l'inverse faire perdre du temps en engageant sur de fausses pistes, la publication du travail accompli sous un nom erroné pouvant sembler un moindre mal. Ainsi au Vanuatu, la lutte contre la cochenille transparente du cocotier a été menée au moyen d'une coccinelle prédatrice désignée sous trois noms différents en l'espace de dix ans, chacun de ces noms désignant bien une espèce distincte des deux autres... En Afrique, jusqu'ici, toutes les publications attribuaient à la cécidomyie des riz africains le nom de l'espèce asiatique ; il s'avère, depuis peu, que ce sont deux espèces bien distinctes. Le chercheur qui attribuait à l'espèce africaine la masse des travaux menés sur l'autre espèce, en particulier en Inde, courait divers risques évidents.

La cochenille du manioc a commencé à faire d'importants dégâts au Congo au début des années 1970 ; elle y était auparavant inconnue sur le manioc et n'était pas encore décrite ailleurs dans le monde, parce qu'elle n'avait pas attiré l'attention du fait de populations anormalement fortes sur le manioc. Ainsi, elle a été décrite à partir d'exemplaires en pullulation récoltés au Congo, bien qu'il se soit avéré par la suite que cette espèce était originaire d'Amérique du Sud, ainsi qu'une autre espèce de cochenille très voisine. La distinction précise entre ces deux espèces, qui ne fut pas tout de suite assurée, a permis alors de rechercher avec sûreté dans l'aire d'origine de l'espèce, les auxiliaires naturels spécifiques de cet hôte précis. Du fait du contexte économique local, la lutte biologique était ainsi préférée à la lutte chimique sur une grande échelle. C'est ainsi que certains parasites ont été introduits en Afrique à partir du Paraguay. Un raisonnement analogue doit être fait à propos de l'acarien vert du manioc.

Ici, le risque d'erreur que l'on n'a pas tout de suite décelé, reposa dans la distinction précise entre deux espèces de cochenilles voisines, distinction qui déterminait leurs aires d'origines respectives en Amérique du Sud, et surtout la faune parasitaire spécifique, inféodée au seul ravageur en cause, et que l'on voulait utiliser.

La connaissance précise de l'identité des principaux insectes ravageurs potentiels dans le monde permet aussi de prévenir les risques d'introduction de ces espèces dans des régions nouvelles, d'où le rôle essentiel des services phytosanitaires aux frontières, qui sera analysé plus loin.

## L'ÉVALUATION DE LA SITUATION DE CRISE

L'évaluation des processus possibles d'introduction d'un ravageur donné est primordiale, si l'évaluation précise du risque encouru, lorsque l'insecte n'est

pas encore introduit dans une région donnée et donc présent sur la culture concernée, ne peut être faite et reste subjective. Cette évaluation doit être faite lorsque l'insecte commet des ravages *in situ*; elle conditionne la lutte.

Un des buts essentiels de l'entomologie appliquée est de suivre l'évolution des populations des insectes ravageurs des cultures, puis de prévoir leurs pullulations afin de mieux les contrarier. En effet, le plus souvent, l'insecte ne devient nuisible que lorsqu'il pullule. Néanmoins, il peut arriver que des insectes soient nuisibles à de faibles niveaux de populations. La lutte devient alors plus difficile.

Cela est vrai d'insectes piqueurs de parties florales; les piqûres et la salive toxique perturbent la physiologie de la plante et sa fructification du fait de nécroses, dépôts de tanins le long des vaisseaux conducteurs de la sève ou de réactions localisées de la plante; il en est ainsi de certaines punaises (*Amblypelta*) qui piquent les jeunes noix de coco et leur pédicelle, de Coreïdes qui piquent les boutons floraux des agrumes ou provoquent des nécroses de bourgeons. Cela est aussi vrai d'insectes piqueurs vecteurs de viroses, comme les cicadelles ou les aleurodes (*Bemisia tabaci*).

La pullulation est donc en général la première manifestation du risque de pertes sur la culture. La défense des cultures va ainsi s'appliquer à déceler les conditions et les causes de ces pullulations. Les migrations (criquets, noctuelles), qui peuvent affecter ces populations, constituent un facteur favorable à la survie de l'espèce et à sa pérennité dans un milieu devenu momentanément très hostile. À ces phénomènes migratoires est lié un brassage génétique de populations élémentaires qui ont survécu isolément lors de stress climatiques extrêmes, comme une forte sécheresse; ils apparaissent maintenant d'une grande importance dans les études de dynamique des populations, (noctuelles des pâturages ou piqueuses de fruits tropicaux).

En outre, le risque de pullulations d'une espèce donnée est fortement lié à la *situation géographique* du lieu considéré, dans l'aire de répartition de l'espèce. Cette aire est partout soumise aux fluctuations aléatoires du climat et le système constitué par l'espèce et ses environnements biotique et abiotique présentera un équilibre d'autant plus instable qu'on se trouvera plus près des franges de l'aire de répartition de l'espèce; c'est là que les risques de pullulation face aux aléas climatiques seront les plus grands (pullulations d'insectes et de rongeurs au Sahel).

L'homme lui-même peut favoriser l'apparition d'un déséquilibre biologique à l'intérieur de l'aire d'abondance normale d'un ravageur: ainsi la *monoculture* et la simplification conséquente du milieu environnant fragilisent les équilibres. Le risque latent lié à la monoculture, comme celui de la simplification faunistique due à des traitements chimiques intempestifs qui lui sont appliqués, ne doit pas être perdu de vue dans l'analyse des conditions économiques d'établissement d'une culture donnée.

Une autre situation peut se présenter: le passage d'une *faune endémique sur une culture nouvelle*. Toute culture nouvelle présentera ce type de risque qui ne peut être cerné a priori en conditions de grande culture et sur plusieurs récoltes; une culture expérimentale doit être auparavant mise en place pour permettre de l'évaluer. Ainsi, pour les cultures de soja ou de tournesol en Afrique et aux Antilles, ou d'essences forestières en Guyane, où des ravageurs endémiques peuvent aussitôt compromettre ces cultures nouvelles du fait de leurs pullulations.

Il faut alors distinguer deux situations fondamentalement différentes. La première rejoint les considérations précédemment exposées lors de l'identification du risque et concerne des insectes introduits accidentellement, malgré les

barrières phytosanitaires, dans un milieu vierge et devenus chroniquement nuisibles, puisqu'ils se trouvent en état de pullulation permanente.

Ces ravageurs sont justiciables de recherches à la fois sur les facteurs de mortalité apparaissant sur place, donc à favoriser, sur ceux existant dans leur aire d'origine (en particulier les parasites et prédateurs), donc à utiliser après introduction, et sur les conditions intrinsèques de leur multiplication et de leur survie, qu'il faut combattre. Dans cette catégorie, on peut citer de nombreuses cochenilles (dont celle du Manioc) et aleurodes (des *Citrus*), des mouches des fruits (*Ceratitis*, *Dacus*) dans les îles, *Oryctes rhinoceros* dans les îles du Pacifique, des tiques, des acariens phytophages, *Thrips palmi* sur cultures maraîchères aux Antilles, mais aussi beaucoup de mauvaises herbes introduites. Lorsqu'on se trouve dans cette situation, à priori, le risque de la voir se perpétuer est plus grand que dans la situation où l'insecte est endémique, car subsiste toujours l'espoir de restaurer la situation qui prévaut dans le pays d'origine du ravageur, si les travaux sont menés en conséquence.

La seconde situation concerne de nombreux insectes endémiques, ou manifestement installés depuis très longtemps, qui présentent des pullulations soudaines et catastrophiques, alors qu'habituellement ils ne sont pas nuisibles. Ils sont justiciables de recherches sur les causes de ces pullulations. Connaissant ces dernières, on peut espérer agir sur les mécanismes écologiques qui les ont établies. Les noctuelles ou les pyrales sur les graminées cultivées, leurs chenilles étant phyllophages ou foreuses des tiges, en sont le type en Afrique ou en Amérique : *Spodoptera* et *Mocis* sur les pâturages, *Spodoptera*, *Sesamia*, *Heliothis* sur le maïs, *Diatraea* et *Eldana* dans les tiges de canne ou de maïs, les *Chilo* dans les tiges de riz. On peut aussi citer les noctuelles piqueuses de fruits des genres *Othreis*, *Serodes*, *Achaea* et *Gonodonta* et de nombreuses cochenilles des agrumes. Les populations de rongeurs présentent aussi les mêmes caractéristiques.

Lorsqu'une pullulation est établie, le risque est maximum pour l'agriculteur de perdre une grande partie ou la totalité de sa récolte ; mais une question subsiste, et c'est la question la plus couramment rencontrée : à quel niveau de populations l'insecte commence-t-il à devenir nuisible ? Si l'insecte s'est multiplié beaucoup en un laps de temps court par rapport à la vitesse de croissance de la plante, le risque est grand de voir la récolte compromise. Il faut alors intervenir. Mais la simple présence sur une culture d'un insecte ravageur ne suffit pas pour juger de sa nuisibilité, pour avancer qu'il existe un risque certain. La décision de combattre cet insecte doit avoir pour préalable l'étude précise des modalités de ses déprédations et l'évaluation du niveau de ses populations causant un dommage économique à la plante. Ceci est un préalable essentiel au développement de programmes modernes de gestion des populations de ravageurs. En général, il existe dans le monde peu de renseignements à ce sujet, et ceux qui existent pour des cultures précises sont souvent difficilement exploitables par le cultivateur et le spécialiste de la protection des cultures. Cette méconnaissance du risque réel, des seuils économiques de dégâts, rapportés aux densités des populations des ravageurs, a fréquemment conduit à de graves erreurs de jugement, puis à des traitements insecticides complètement inutiles. Ceci ne suggère en aucune manière qu'on doive prôner l'abandon du contrôle chimique, car cela mènerait aussitôt à la famine. Cependant, la société toute entière reste concernée par les décisions et les pratiques du spécialiste auquel est confiée la mission de protéger la plante cultivée des attaques des insectes. Pour rendre la situation pire encore et augmenter les risques, les produits élaborés au laboratoire par les chercheurs sont souvent confiés à des gens non préparés à les utiliser au mieux dans la

nature. Tout indique que le contrôle d'un insecte ravageur doit être placé à un niveau de compétence élevée en écologie appliquée des populations. C'est vers ce but que l'entomologie appliquée doit progresser à partir des méthodes empiriques actuelles, dont la philosophie simpliste se résume à la conception d'un environnement qui serait complètement débarrassé des ravageurs des cultures à la suite de leur éradication. Et pourtant, il existe un fait irréfutable, que l'homme trouve difficile à accepter, c'est que les insectes en tant que classe, y compris les compétiteurs actuels et potentiels, constituent une ressource essentielle pour un environnement viable et productif.

Ainsi, une approche purement technologique et prophylactique du contrôle des insectes ravageurs équivaut à soumettre les écosystèmes au bulldozer. On crée ainsi souvent plus de problèmes à moyen terme qu'on n'en résoud, sans que les risques encourus soient même soupçonnés.

On a longtemps ignoré que le concept de *seuil économique* doit être le critère majeur d'utilisation des pesticides. La littérature révèle que les renseignements sur la signification économique des dégâts causés par un grand nombre de ravageurs et sur le seuil économique des espèces nuisibles restent très succincts. Pourtant, il existe toujours une relation entre la densité des populations d'un ravageur donné et les dégâts qu'elle provoque. Ce seuil économique est défini comme la densité de population au niveau de laquelle des mesures de lutte doivent être déterminées et appliquées pour empêcher la population du ravageur en augmentation d'atteindre le niveau de population provoquant des dégâts économiques. Ce niveau est défini par la plus basse densité de population du ravageur qui provoquera sûrement une quantité de dégâts, exprimée en pertes monétaires, qui justifie a priori le coût des mesures de lutte. Le prix d'un traitement sera à ranger dans les pertes indirectes à attribuer au ravageur ; l'attaque d'un ravageur comprend à la fois la présence du ravageur, l'infestation du produit et les dommages causés aux tissus végétaux, tandis que le dégât inclut l'attaque et les pertes monétaires qui en résultent. Il y a ainsi un risque constant d'évaluation fautive de la perte économique.

Avant de prendre la décision d'engager la lutte, il y a donc nécessité d'estimer les pertes économiques dues aux insectes ravageurs, de déterminer le degré d'infestation à partir duquel il faut contenir le ravageur, de déterminer le coût des interventions et d'en évaluer l'effet. Deux aspects importants de la lutte engagée ne doivent pas être perdus de vue, d'abord l'évaluation du bénéfice particulier face au bénéfice attribuable à la société ; ensuite la nature statique du bénéfice confronté à la dynamique de l'opération dans le temps. De nombreuses méthodes d'évaluation des pertes à la récolte ont été proposées.

La perte économique dépend non seulement de la quantité d'attaques, mais aussi de l'activité compensatoire de la plante soumise à cette somme d'attaques. Entrent aussi en jeu, en particulier, le moment et la durée de l'attaque, le stade phénologique de la plante, la variété cultivée, la fertilité du sol, l'approvisionnement en eau, les conditions climatiques locales et interannuelles, les façons culturales : amendements, désherbages, mode de récolte et densité de plantation de la culture.

Un traitement efficace et économiquement rentable devra fournir une valeur ajoutée à la récolte qui aurait été obtenue sans traitement. La valeur de ce supplément de récolte doit plus que couvrir le prix du traitement (prix du produit, amortissement du matériel d'épandage, main d'œuvre, carburant à l'occasion, risques divers) et la modification, difficilement chiffrable, de l'agroécosystème. Dans le contexte économique actuel de l'Afrique, surtout lorsqu'il s'agit de cultures vivrières, les prix des produits chimiques, des

matériels et du carburant augmentent plus vite que la valeur du gain de récolte escomptable, ce qui a pour conséquence d'élever le seuil de dégâts économiques. Il en résulte que bien souvent, en cultures paysannes africaines, on se trouve en dessous du seuil d'intervention et d'autant plus que la valeur des récoltes reste faible. Il y a là des risques certains pour le petit paysan que le spécialiste de la protection des cultures doit évaluer au préalable.

## LA LUTTE CONTRE LES RISQUES DE PERTES DE RÉCOLTES

L'expérience de situations de crise antérieures où les risques ont été parfaitement identifiés et évalués amène à considérer la *prévention* comme la première forme de la lutte. L'Australie oppose une législation phytosanitaire draconienne à toute introduction de plantes ou d'animaux sur ce continent. Une bonne législation phytosanitaire est ainsi une première forme de lutte qui peut être très efficace. Cependant, elle peut être tournée par des perturbations atmosphériques. Les très nombreux systèmes d'avertissements des pullulations d'insectes mis en place dans le monde préviennent les cultivateurs, par l'intermédiaire des médias, du moment où les risques de pertes monétaires apparaissent et où il faut donc se préoccuper de la lutte. De même, les inconvénients dus à la monoculture ont amené aux cultures associées ; les dégâts importants constatés sur des variétés améliorées mais sensibles aux insectes ravageurs ont conduit aux recherches sur la résistance variétale.

Les inventaires régionalisés des insectes ravageurs les plus dangereux, avec iconographie à l'appui (affiches), permettent non seulement aux services phytosanitaires, dans les ports maritimes et aéroports, mais aussi aux passagers et usagers, lorsqu'ils sont suffisamment informés et conscients du risque encouru, donc formés, de rester constamment en état d'alerte et d'éviter d'introduire en zones indemnes des espèces potentiellement nuisibles. Cette psychose peut devenir particulièrement forte dans les îles, qui sont des milieux écologiquement fragiles, et même à l'entrée d'un continent insulaire comme l'Australie.

Les *barrières phytosanitaires* empêchent déjà des ravageurs exotiques parfaitement connus et potentiellement nuisibles à des cultures précises d'être introduits dans de nouvelles contrées. En certains pays, l'inspecteur phytosanitaire doit, comme le douanier, fouiller les bagages des passagers à la recherche de plantes et d'animaux potentiellement nuisibles. Les avions et les bateaux sont inspectés dans ce but et parfois traités à l'insecticide à leur arrivée dans les ports. Mais ces barrières ne sont pas étanches et laissent parfois passer des ravageurs importants, ou qui le deviennent dans le pays d'introduction, sur une de leurs plantes-hôtes ou même sur une nouvelle plante-hôte. Les plantes, les graines, les fruits, les emballages, les terreux ne sont pas toujours inspectés ou traités à la sortie du pays d'origine ou à l'entrée du pays importateur. Les introductions frauduleuses doivent être les premières incriminées et font courir des risques économiques très importants à l'agriculture des pays récepteurs. Parfois ces introductions peuvent être le fait d'organismes gouvernementaux qui ne prennent pas toujours toutes les précautions indispensables.

Le risque est pleinement évalué lorsqu'il s'agit de santé humaine, de vaccinations obligatoires ou d'introductions d'animaux domestiques, mais pas encore suffisamment lorsqu'il s'agit d'arrêter l'extension dans le monde des ravageurs potentiels des plantes cultivées. Cela est aussi vrai pour les mauvaises herbes, les petits mammifères, les oiseaux ou les maladies des plantes. L'exemple bien connu de l'Australie sur ce point est exemplaire, avec les introductions puis les multiplications catastrophiques des lapins ou des



cactus, sans parler des nombreuses maladies des plantes ou des insectes nuisibles, originaires d'Europe, d'Amérique ou d'Asie. La jacinthe d'eau envahit actuellement de nombreux milieux aquatiques, en particulier les embouchures des grands fleuves africains. Dans le monde, des sommes très importantes sont maintenant investies dans la lutte contre des mauvaises herbes introduites d'un autre continent involontairement ou volontairement (mais, alors, elles n'avaient pas encore la réputation de mauvaises herbes, car elle ne s'étaient pas encore multipliées de façon catastrophique). Dans tout milieu, et en particulier dans un milieu fragile parce qu'il a pu évoluer longtemps sans aucun contact avec l'extérieur, toute introduction nouvelle porte en elle un risque potentiel inconnu qu'il faut évaluer au préalable donc prévenir.

Les insectes des stocks alimentaires ont été ainsi disséminés dans le monde entier et le sont encore en Afrique à la faveur de l'aide alimentaire. La grand capucin des grains de maïs sur pied et au magasin vient d'être introduit en Tanzanie, au Burundi au Kenya et au Togo, depuis l'Amérique centrale, le Mexique ou le sud des États-Unis ; il s'attaque aussi au manioc stocké. Les pertes qu'on lui attribue sont déjà très importantes. Au Sahel, les infestations des stocks villageois augmentent à la faveur des distributions de grains importés pour l'aide alimentaire. Les Coléoptères Scarabeides, à l'état de larves (vers blancs), comme les nématodes, sont disséminés dans les terreaux, les pots de fleurs ; il en est ainsi d'un vers blanc de la canne à sucre, actuellement, à la Réunion ; les cochenilles, difficilement observables, les mouches des fruits et les foreurs divers, sur ou dans des boutures diverses ou des fruits, que l'on peut facilement cacher dans un sac de voyage, se trouvent ainsi disséminés à travers le monde entier.

Néanmoins, la prévention du risque d'introduction est impossible lorsqu'il s'agit d'un phénomène naturel exceptionnel, comme un cyclone, qui peut transporter d'une île à une autre, ou d'un continent à l'autre, un ravageur bon voilier, ou une spore de champignon. Parfois, les qualités intrinsèques du ravageur peuvent lui permettre de parcourir de lui-même de grandes distances et de coloniser de nouvelles régions. C'est sans doute le processus qui a permis aux grosses noctuelles migratrices d'étendre leurs aires de distribution, à la suite d'essais et d'adaptations génétiques à des climats nouveaux et à des flores nouvelles. On a pu capturer de la sorte de nombreux insectes, le plus souvent de petite taille, à très haute altitude, transportés par les courants aériens. Un processus analogue explique l'arrivée récente aux Antilles de la rouille de la canne à sucre, les spores ayant été transportées par un vent de sable de haute altitude venu d'Afrique.

La prévention du risque lié à l'insecte se traduit le plus souvent chez l'agriculteur par des traitements insecticides d'assurance. Ces traitements préventifs, intempestifs et non ciblés, s'avèrent souvent inutiles et même nuisibles à moyen terme, car ils instaurent des déséquilibres persistants dans les biocoenoses.

Ces dernières années on a cherché à diminuer ces traitements-réflexes de la part du petit cultivateur en pays en voie de développement ; des recherches sur la gestion des populations des insectes ravageurs des cultures ont mis en évidence des solutions de remplacement, surtout en pays en voie de développement, qui permettent de diminuer l'utilisation excessive des produits chimiques phytosanitaires, donc de diminuer les risques dûs à des investissements trop élevés, surtout si le prix de la récolte et la potentialité de la variété cultivée ne sont pas en rapport avec l'investissement consenti, peut être à perte. Ces solutions sont fondées sur la découverte de relations écologiques qui

permettent une gestion satisfaisante des agroécosystèmes à des niveaux de dégâts inférieurs au seuil économique.

Les principaux problèmes posés par les ravageurs des cultures concernent les ravageurs de *monocultures*, où la diversité faunistique est réduite et la composition floristique simplifiée.

On donne des explications variées à un phénomène que jusqu'ici on constate simplement : que les insectes sont moins nombreux en *cultures mélangées ou associées* qu'en monoculture. Les cultures associées fournissent une plus grande diversité d'abris et de sources de nourriture, par exemple de pollen ou de nectar pour les prédateurs et les parasites. La complexité du biotope affecte les réponses olfactives et contrarient sans doute de la sorte la dynamique des populations des insectes dans l'agrosystème. Certains insectes évitent de se nourrir sur des plantes ombragées et des plantes de plus grande taille peuvent constituer une barrière physique aux insectes ravageurs des plantes des strates inférieures. On constate que la diversité des taxons et des microclimats dans des communautés végétales diversifiées tend à réduire la probabilité des explosions démographiques chez les insectes phytophages. Des plantes très espacées les unes des autres attirent moins d'insectes et subissent moins de dommages que des plantes de la même espèce installées selon des densités de populations plus importantes.

Une autre solution permettant de réduire les risques de déséquilibre écologique, de traitements inutiles ou d'interventions trop tardives, est celle des *avertissements agricoles*. Avant de mettre en place un réseau d'avertissements agricoles, il faut d'abord évaluer si le gain qu'on en escompte est supérieur aux frais investis, c'est à dire si le risque qu'on cherche à diminuer n'introduit pas un nouveau risque dont le prix à payer serait supérieur au premier. Car de tels réseaux supposent une surveillance continue des populations d'insectes au moyen de prélèvements divers, comme la capture des larves *in situ*, ou le piégeage, lumineux ou sexuel par phéromones, des adultes. Cette surveillance ne peut être assurée qu'au prix d'une main-d'œuvre consciencieuse et parfois chère et d'un matériel important. En Guyane, des pullulations dévastatrices de chenilles de noctuelles apparaissent périodiquement sur les prairies artificielles installées à grands frais. Le peu d'efficacité des interventions chimiques pratiquées pour enrayer les dégâts est lié au caractère trop tardif des interventions, les éleveurs n'appliquant les insecticides que lorsque les dégâts sont visibles, c'est à dire lorsque les chenilles se trouvent en fin de développement. Les traitements n'empêchent ainsi pas la perte du matériel végétal et ne détruisent qu'une partie de la population. Dans ce contexte, l'installation d'un réseau d'avertissement des pullulations de noctuelles sur pâturages se justifie pleinement, à condition qu'il soit pris en charge par la profession ou le Développement et si l'intensification de l'élevage bovin se confirme en Guyane.

Enfin, on peut prévenir les risques de pertes de récolte en recherchant chez la plante cultivée elle-même des gènes qui augmentent sa résistance aux attaques des ravageurs. La sélection de *variétés résistantes* fait appel à l'antibiose et à la tolérance ; des caractères génétiques physiques ou chimiques sont liés à ces qualités. Le seuil de dégâts économiques est ainsi relevé. Une graminée qui tallerait plus fortement peut ainsi compenser un certain niveau d'attaque par une vigueur accrue.

La prévention du risque suppose que l'événement contraire n'est pas présent et qu'on cherche à l'éviter ou du moins à engager la lutte à temps. La lutte suppose que les risques de pertes monétaires ou autres sont bien présents, autant pour le chercheur que pour le cultivateur, et qu'il faut chercher à les

diminuer au maximum. La réaction immédiate du cultivateur est le recours aux traitements chimiques d'assurance, sans souci de leur intérêt à long terme ; cette attitude est compréhensible lorsqu'il s'agit avant tout de sauver une récolte en un temps très court. Mais les préoccupations doivent être tout autres pour le chercheur qui doit résoudre un problème globalement et moins superficiellement, à l'échelle d'un écosystème et du contexte économique d'une région donnée.

Le chercheur abordera un problème particulier selon le concept du *système de vie* du ravageur incriminé. Selon la définition générale de l'écosystème, la nature fonctionne comme un complexe indivisible dans lequel aucune espèce n'évolue isolément et où aucun facteur physique ou biotique n'agit en complète indépendance : ce niveau d'inter-relations contrôle, entre autres, l'abondance des insectes. Un complexe tout entier contrôlera de la sorte les populations du ravageur en cause et non le facteur individuel ; ce qui n'exclut pas que certains facteurs puissent avoir une influence prépondérante à un moment et en un lieu donnés. Les codéterminants de l'abondance de l'espèce seront donc, d'une part les propriétés innées caractéristiques de chaque individu, propriétés qui conditionneront sa survie et sa multiplication, c'est à dire sa biologie, d'autres part les propriétés de l'environnement : le climat et le relief, les ressources larvaires et imaginaires et les ennemis naturels considérés comme facteurs limitants. Toutes ces propriétés fournissent des événements observables, appréhendés dans les divers biotopes au moyen de méthodes de dénombrements, tandis que divers mécanismes écologiques, en particulier des mécanismes stabilisateurs assurent le maintien de l'espèce dans le milieu.

Le système de vie du ravageur étudié sera établi de la synthèse raisonnée de toutes ces informations ; on y distinguera alors les facteurs favorables à l'espèce et les facteurs limitants, eux-mêmes subdivisés en facteurs endogènes, propres à l'espèce, et en facteurs exogènes, propres à son environnement. La situation du ravageur étant comprise au mieux, ces facteurs seront hiérarchisés et placés dans un enchaînement logique. On débouchera enfin sur la prévision des pullulations et la gestion globale et raisonnée (« pest management ») des populations du ravageur, en utilisant tous les renseignements rassemblés : on essaiera de modifier le système de vie de façon à ce que les interventions sélectives soient bien adaptées à la biologie des populations spécifique à combattre. Les diverses stratégies qui en découleront se subdivisent naturellement en deux groupes : soit en s'attaquant aux caractéristiques de l'espèce, soit en modifiant les conditions de son environnement. Ces manipulations sélectionnées, intégrées dans un *plan directeur*, devront réduire les dégâts du ravageur au dessous du niveau économiquement acceptable ; mais ces interventions devront aussi être acceptables autant sur le plan écologique qu'économique.

La gestion des populations d'un ravageur est ainsi une stratégie dont la grande qualité est la *sélectivité* de son action sur des populations spécifiques. Cette action doit rester constamment en rapport avec les risques potentiels que font courir à la culture et à l'économie de la région les populations concernées ; elle doit aussi rester bien adaptée à la biologie de l'espèce nuisible. Elle consiste à minimiser les risques que pose le ravageur, au moyen de méthodes de lutte sélectionnées, mais adoptées seulement après que le système de vie du ravageur ait été compris et prédits, aussi précisément que possible, les risques écologiques et économiques de l'action entreprise dans le meilleur intérêt de l'homme. Il s'agit, dans ces conditions, de modifier utilement le système de vie du ravageur selon diverses stratégies, de poser le pour et le contre et de faire un choix en toute connaissance de cause. Devant la grande

plasticité de l'insecte, confronté à son environnement habituel ou à un nouvel environnement, devant les adaptations de son comportement vers une meilleure survie de l'espèce, comme devant sa résistance aux insecticides, quelles sont les chances de l'homme de contrôler les insectes de façon plus effective et quelle sera la nature des risques rencontrés à l'avenir ? Une fois les dégâts actuels et potentiels déterminés et l'action décidée, il s'agit de prédire à quel moment le ravageur présentera un impact économique, donc d'analyser les événements, les conditions et les facteurs qui mènent à la situation de crise observée. Sans ce genre de connaissance, il reste impossible d'évaluer ou de prévoir avec justesse les effets et les risques de n'importe quelle manipulation que l'on applique à l'environnement. Il s'agit enfin de décider quelles sont les mesures de lutte à utiliser. Quels autres problèmes elles impliquent ; quels principes doivent guider leur utilisation. Le problème central, auquel il faudra toujours faire face dans la lutte contre les insectes, est de trouver le moyen d'obtenir un contrôle satisfaisant associé à un risque de perturbation de l'environnement le plus faible possible. Ceci implique les décisions les plus difficiles, car nos pouvoirs sont grandissants, donc les risques courus, alors que les connaissances, comme la prudence et la mesure, ne suivent pas.

De nombreux aspects de l'environnement et beaucoup de formes de vie sont valables, soit pour des raisons économiques, scientifiques, sociales ou esthétiques. Mais les jugements de valeur changent. Plus les connaissances sont approfondies sur le rôle que jouent les plantes et les animaux, pris individuellement, dans les mécanismes de l'environnement naturel, mieux cet environnement pourra être exploité pour satisfaire des besoins croissants de nourriture et d'espace ; les valeurs changeront d'autant plus en fonction des composantes diverses de l'environnement et ces changements transformeront les attitudes vis à vis des mesures de lutte spécifiques contre les insectes et vis à vis d'autres pratiques agricoles. À ce point de l'analyse, il faut reconnaître une *hiérarchie des problèmes* posés et des risques qui leur sont liés.

*Le premier niveau* s'applique aux problèmes pour lesquels l'approche relève avant tout de l'histoire naturelle appliquée. De tels problèmes sont résolus sans faire appel à une expérimentation très élaborée ; on aboutit communément à des solutions relativement satisfaisantes dans l'ensemble, mais la réponse est à court terme, aussi bien sur le plan social qu'économique ; plusieurs questions sont laissées en suspens et les inconvénients de ces solutions ne deviennent apparents que lorsque le système se trouve en état de stress, ou lorsqu'un point de vue à long terme est adopté.

*Les problèmes du second niveau* sont caractérisés par la voie expérimentale selon laquelle on les aborde. En général, ils n'ont pas reçu de réponse au niveau 1, ou bien sont les conséquences d'une rétroaction des techniques appliquées au niveau 1. Les problèmes du niveau 2 sont caractérisés par les relations quantitatives et les processus écologiques sous-jacents aux dégâts causés aux cultures. Souvent les moyens sont élaborés et, parfois, les résultats peuvent être analysés selon un modèle soumis à l'ordinateur. La solution apportée, peut, au premier abord, paraître simple. Cependant, elle peut impliquer des conséquences sociologiques, comme l'éducation du consommateur, la recherche de marchés de remplacement, une crise dans une branche particulière de l'industrie, avec ses répercussions sociales et économiques, ou la recherche de nouvelles techniques industrielles. Ainsi, plus la sévérité de la pression démographique sur l'environnement augmentera, plus la lutte contre les ravageurs et ses répercussions inévitables passeront du secteur privé des responsabilités au secteur public.

Les études expérimentales au niveau 2 ont produit la nouvelle génération

d'armes contre les ravageurs : chimiostérilisants, phéromones, organismes pathogènes, hormones juvénile, gènes pernicious, répulsifs, produits chimiques hautement spécifiques et les principes théoriques utilisables pour diminuer l'activité des ravageurs par l'aménagement de l'environnement. Ces armes ont besoin d'un développement considérable qui nous permettrait de les utiliser avec efficacité. Certains pensent que nous nous trouvons en grave danger de posséder un stock d'armes hautement élaborées, mais dénuées, soit des systèmes appropriées d'utilisation, soit des stratégies appropriées qui rendraient ces armes très utiles.

*Les problèmes au niveau 3*, enfin, concernent les inter-relations très complexes entre les systèmes de vie au niveau fondamental et, finalement, la gestion sur une grande échelle des ressources de l'environnement. De tels programmes demandent beaucoup de fonds et une continuité soutenue dans l'effort entrepris, qui s'avère encore prohibitive. C'est pourquoi ces problèmes sont du ressort des gouvernements ou d'institutions spéciales. De telles études sont souvent entreprises à la suite d'un événement écologique aux proportions catastrophiques, provoquant une telle pression politique de la part de l'industrie et du public que les institutions possédant des fonds sont forcées d'agir. Ici, les risques politiques sont liés aux risques économiques. On peut citer comme exemples, l'arrivée de la rouille de la canne à sucre dans les Grandes Antilles, mettant en danger en un laps de temps très court toute l'économie sucrière de ces îles ; le problème des foreurs des bois mettant en danger l'industrie du bois sur le continent australien ; les vols de criquets en Afrique ; les pullulations de rats au Sahel ; l'invasion de certaines îles du Pacifique par l'escargot géant d'Afrique ; la reconversion de régions entières d'Australie à la culture de la pomme de terre, le problème de la teigne étant résolu au moyen d'une maladie à virus, avec toutes les répercussions socio-économiques qu'une telle décision entraîne sur le plan national ; au début du siècle, en Europe, l'introduction du phylloxera de la vigne, ou celle du doriphore de la pomme de terre ont rencontré les mêmes contextes.

Cette hiérarchie de problèmes, très intriqués en pratique, rend peu compte d'une croissance dans leur complexité. Ainsi, plusieurs problèmes de niveau 1 qui sont liés peuvent être symptomatiques d'une situation de niveau 3 et souvent, des approches au niveau 1 et les solutions apportées, peuvent parfaitement aggraver une situation de niveau 3. Il peut être alors important d'instituer des *programmes de digression* au niveau 1, de façon à éviter une détérioration de la situation, ou même d'attendre jusqu'à ce que le problème soit abordé au niveau fondamental. Ainsi les migrations de papillons piqueurs de fruits sont associées à des dégâts brutaux dans les vergers et les producteurs lésés demandent alors bruyamment aux services publics qu'une solution immédiate soit apportée au problème ainsi posé. Le problème se place alors momentanément au niveau 3. Mais malheureusement, lorsqu'il se pose de la sorte, il est trop tard ; les pullulations de chenilles se sont développées depuis longtemps sur des plantes sauvages, souvent loin des vergers, et sont en général passées inaperçues. Après une étude approfondie de ce problème il est conseillé en Afrique du Sud par exemple, d'estimer, dans le calcul des coûts de production, les pertes de fruits qui surviennent en moyenne tous les cinq ans dans les régions sinistrées, avant que des recherches plus poussées puissent apporter une solution satisfaisante et surtout si des solutions de niveau 1 risquent de détériorer encore plus la situation.

La situation qui prévaut actuellement dans la rizière japonaise est symptomatique des risques soulevés ; cette expérience malheureuse doit maintenant profiter à la riziculture africaine. En effet en Afrique, la sécurité de

production, bon an mal an, importe pour le moment plus que la performance aléatoire, qu'il faut alimenter en énergie. Dans la majorité des cas les équilibres naturels subsistent, tandis que les rendements de cultures vivrières ne sont pas négligeables, face aux investissements obligatoirement faibles. Un choix est à faire, lié aux risques encourus : transférer purement et simplement les technologies de l'agriculture intensive ou bien conserver ce qui subsiste des patrimoines techniques et biologiques, en ajustant, améliorant, aménageant progressivement les techniques actuelles. Alors que l'agroécosystème constitué par la rizière paysanne asiatique s'est développé, avant l'ère de la révolution verte, pendant une trentaine de siècles, avec des problèmes acceptables de ravageurs, un autre agroécosystème l'a remplacé au cours des deux à trois dernières décennies, sans que les phénomènes constatés aient été prévus, pas plus que les risques encourus. Des dégâts inacceptables dus aux attaques des insectes ravageurs ont fait suite à l'introduction des technologies modernes à haute productivité. À l'heure actuelle, au Japon, seules trois ou quatre espèces d'insectes sont dominantes et très nuisibles au riz, alors qu'il y a seulement une dizaine d'années un bien plus grand nombre d'espèces étaient considérées comme nuisibles, mais, toutes ensemble, à un degré moindre. Les causes de ces changements, en particulier les pullulations de la cicadelle brune, vectrice de viroses, sont attribuées à l'introduction et à la propagation de variétés de riz naines, à haute productivité, au tallage important et répondant à la fumure. Ces changements ont aussi entraîné l'augmentation des applications d'engrais, le développement des complexes irrigués et de la culture en continu, des écarts plus faibles entre les touffes au repiquage et l'utilisation trop fréquente et irraisonnée des pesticides. Ces derniers ont provoqué une simplification de la faune des ravageurs, de leur importance saisonnière et des cycles de pullulations. L'introduction des pratiques culturales intensives a créé des problèmes encore plus sérieux qu'auparavant en matière de protection des plantes, avec des pertes plus importantes en pourcentages, des investissements en énergie plus élevés, tandis que les rendements augmentaient dans une proportion moindre. Une telle approche est devenue antiéconomique ; elle a conduit à une augmentation de la pollution de l'environnement et des résidus dans les produits récoltés. La faune de l'agroécosystème est simplifiée à l'extrême et s'appauvrit à l'exception des trois à quatre insectes ravageurs dominants. Ces derniers développent des souches résistantes aux insecticides les plus puissants en un temps plus court que celui requis par l'industrie phytopharmaceutique pour rechercher et mettre au point une molécule nouvelle, dont le coût augmente dans des proportions démesurées. Cette pression de sélection favorise aussi l'apparition de nouveaux biotypes qui en quelques générations ravagent à nouveau des variétés de riz sélectionnées par les généticiens pour leur résistance à tel ou tel insecte. Ainsi, les risques d'une telle approche sont maintenant bien connus ; ils doivent être évalués et minimisés dans les biotopes peu encore perturbés comme en Afrique.

## CONCLUSION

Des questions paraissant étrangères aux problèmes initiaux ont été parfois soulevées. Lorsque tous les risques ont été correctement ciblés et évalués, un véritable choix doit mener à une décision correcte. Mais quels en sont les critères convenables et quels sont les faits pertinents à retenir ? Les spécialistes, les experts, les agronomes, les entomologistes peuvent difficilement choisir délibérément leur ligne d'action. Celle-ci est choisie pour eux. Et il leur faut

prêter beaucoup plus d'attention à cet état de fait qu'il est habituellement de mise dans les cercles initiés de spécialistes de défense des cultures. En outre, il leur faut tenir compte du degré de conscience subjective et collective que l'on a d'un ravageur donné à un moment donné. À ce niveau, la tendance de l'opinion publique s'instaure à la manière d'une réaction en chaîne, mais seulement si le ravageur engage une situation douée d'un pouvoir suffisant pour séduire l'esprit de ceux qui se trouvent en position de l'exploiter, c'est à dire des médias, des décideurs, des actionnaires et bailleurs de fonds, des contribuables, de ceux qui votent. Ce processus est le plus important ; si un programme possède ce pouvoir de séduction, il devient une chose dont on peut tirer avantage sur le plan politique et il a de grandes chances d'être matérialisé un jour ou l'autre sous la forme d'un plan-directeur, élaboré pour le bien-être d'une communauté toute entière, tous les risques étant intégrés au plan-directeur. Ainsi, la politique de la lutte contre les insectes ravageurs des cultures n'est pas et ne peut être gouvernée par des considérations essentiellement scientifiques, mais elle est grandement déterminée par des circonstances précises, qui sont autant de risques, dont les chercheurs doivent avoir conscience.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ANDREWARTHA (H. G.) et BIRCH (L. C.), 1954. — The distribution and abundance of animals. Chicago : University of Chicago Press, 782 p.
- BIRCH (L. C.), 1957. — The role of weather in determining the distribution and abundance of animals. *Cold Spring Harbor Symposia on a quantitative biology*, 22 : 202-218.
- BOTTRELL (D. G.) et ADKISSON (P. L.), 1977. — Control insect pest management. *A. Rev. Ent.*, 22 : 451-481.
- BRADER (L.), 1979. — Integrated pest control in the Developing World. *A. Rev. Ent.*, 24 : 225-254.
- CLARK (L. R.), GEIER (P. W.), HUGHES (R. D.) et MORRIS (R. F.), 1967. — The ecology of insect population in theory and practice. Methuen and Co. Ltd., London, 232 p.
- COCHEREAU (P.), 1977. — Biologie et écologie des populations, en Nouvelle-Calédonie, d'un papillon piqueur de fruits : *Othreis fullonia* Clerk (*Lepidoptera, Noctuidae Catocalinae*) These, ORSTOM, Paris, *trav. et doc.* n° 77, 322 p.
- COCHEREAU (P.) 1982. — Les conditions de la lutte contre les insectes ravageurs des cultures vivrières africaines. *Entomophaga*, 27 (N° HS) : 5-10.
- COOK (W. C.), 1929. — A bioclimatic zonation for studying the economic distribution of injurious insects. *Ecology*, 10 : 282-293.
- DE BACH (P.) (ed), 1964. — Biological control of insect pests and weeds. Reinhold Publishing Corp., New-York, 844 p.
- GEIER (P. W.), 1966. — Management of insect pest. *A. Rev. Ent.*, 11 : 471-490.
- GLEN (R.), 1954. — Factors that affect abundance. *J. Ec. Ent*, 41 : 398-405.
- JUDENKO (E.), 1972. — The assessment of economic losses in yield of annual crops caused by pests, and the problem of the economic threshold. *Pans*, 18 (2) : 186-191.
- KIRITANI (K.), 1979. — Pest management in rice. *A. Rev. Ent.*, 24 : 279-312.
- HUFFAKER (C. B.), MESSENGER (P. S.) et DE BEACH (P.), 1971. — The natural enemy component in natural control and the theory of biological control in *Biological Control* C. B. Huffaker (ed.), Plenum Publishing Corporation, New York, London, 511 p.
- RABB (R. L.) et GUTHRIE (F. E.), 1970. — Concepts of pest management. Proceedings of a conference held at North Carolina State University at Raleigh. North Carolina, march 25-27, 1970. Rabb and Guthrie Ed., 242 p.
- SILVAIN (J. F.) et DAUTHUILLE (D.) 1986. — Le contrôle des insectes déprédateurs des graminées fourragères en Guyane française. I. Mise en place d'un réseau d'avertissement contre les attaques de chenilles de Noctuelles, 13 p., 9 figs., 1 tabl. « Les colloques de l'INRA » — ORSTOM, Cayenne.
- SMITH (R. F.), 1978. — Transfer of North American crop protection technology to the third world. — *Bull. Ent. Soc. Can*, 10 (4) : 86-94.

- SPRINGETT (B. P.), 1970. — Ecological aspects of insect pest control *Proc. Ecol. Soc. Aust.*, 5 : 52-58.
- STERN (V. M.), 1973. — Economic thresholds. *A. Rev. Ent.*, 18 : 259-280.
- UVAROV (B. P.), 1931. — Insects and climate. *Trans. Ent. Soc. Lond.*, 79, 247 p.
- VAN EMDEN (H. F.), 1976. — Insect pest management in multiple cropping systems : a strategy. Cropping system Symposium : 325-343.
- VAN EMDEN (H. F.) et WILLIAMS (G.), 1974. — Insect stability and diversity in agro ecosystem. *A. Rev. Ent.*, 19 : 455-475.
- WILSON (F.), 1967. — Insect abundance : propect, 143-158 in : Southwood (L.T.R.D.) ed., Insect abundance. Symposia of the Royal Entomological Society of London, n° 4. Blackwell Scientific publications. Oxford and Edinburgh, 160 p.



# Les risques de dégâts d'oiseaux sur les rizières sahéliennes

Bernard TRECA \*

## 1. INTRODUCTION

Contrairement aux insectes et aux rongeurs qui se reproduisent dans les cultures mêmes ou à proximité, et dont on peut suivre l'infestation progressive, même si elle est rapide, de la culture, les oiseaux sont essentiellement mobiles et il est difficile de prévoir où ils vont commettre leurs dégâts. En fait, les espèces qui se nourrissent par petits groupes ou isolément ne sont pas souvent ressenties comme très déprédatrices. Par contre, celles qui se nourrissent en groupes importants occasionnent des dommages sévères, bien visibles, sur certain champs, dommages pouvant même aller jusqu'à la perte totale de la récolte pour certains paysans, et sont considérées comme beaucoup plus nuisibles. C'est le cas au Mali du tisserin « Mange-mil » *Quelea quelea* et de certains Anatidés (canards) : sarcelle d'été (*Anas querquedula*) et canard pilet (*Anas acuta*) et dans certains cas de petits échassiers : barge à queue noire (*Limosa limosa*) ou chevalier combattant (*Philomachus pugnax*).

## 2. ÉCOLOGIE DES PRINCIPALES ESPÈCES DÉPRÉDATRICES

À part le « Quelea » qui se reproduit en Afrique sahélienne en colonies très importantes, toutes les autres espèces citées sont des espèces migratrices qui se reproduisent en Europe ou en Asie et sont soit protégées, soit exploitées pour le tourisme ou la chasse. Ces oiseaux se regroupent dans des dortoirs ou des remises, pendant les temps de repos, et se nourrissent en groupes denses dans des terrains de gagnage situés à une distance des dortoirs ou des remises pouvant atteindre 30 km dans le cas des canards. Ces terrains de gagnage doivent offrir des quantités importantes et accessibles de graines pour permettre aux grandes concentrations d'oiseaux d'y trouver une nourriture suffisante.

En Afrique de l'Ouest, les concentrations d'oiseaux d'eau s'observent surtout dans la région sahélienne, et c'est dans les zones inondées de cette région (delta du Sénégal, delta central du Niger au Mali, lac Tchad) que s'observent des dégâts non négligeables (MANIKOWSKI, 1984), puisque les cultures de riz (ou de mil) permettent aux grands groupes d'oiseaux de

---

\* Ornithologue ORSTOM, Antenne ORSTOM, B.P. 50, M'Bour, Sénégal.

s'alimenter en masse, même quand les graines « sauvages » se raréfient. Les dégâts sont dûs soit à l'ingestion de grains au moment des semis ou avant la récolte, soit à la recherche d'une autre nourriture dans les rizières, recherche qui peut entraîner le déracinement ou l'écrasement mécanique des jeunes plants de riz, ou encore l'égrenage des épis avant la récolte.

Les canards ont une alimentation nocturne, et, dans le cas des espèces citées plus-haut, peuvent commettre des dégâts très importants en une seule nuit sur quelques parcelles de riz, et attaquer la nuit suivante d'autres parcelles. Les autres espèces déprédatrices ont une alimentation diurne et leurs attaques sont plus visibles, bien que très difficiles à réduire dans le cas du « Quelea ». Leurs dégâts sont plus diffus, mais les oiseaux reviennent plusieurs jours de suite sur les mêmes champs. Des études de régimes alimentaires ont montré que dans le delta du Sénégal, les chevaliers combattants et les barges mangent en moyenne de 40 à 75 % de riz cultivé, (une partie des grains ingérés l'ont été sur du riz perdu, après la récolte), les sarcelles 2 % et d'autres canards (*Dendrocygna viduata* et *D. bicolor*) 20 et 34 % respectivement (TRECA, 1981 a, TRECA, 1981 b, TRECA, 1984 a, TRECA, 1986 et TRECA, en préparation). Mais les sarcelles ne peuvent se nourrir sur le riz dressé, cultivé dans le Delta du Sénégal ou à l'Office du Niger, au Mali, alors que le riz flottant du delta central du Niger au Mali leur est accessible.

### 3. DÉGÂTS, PERCEPTION

Les dommages causés par les oiseaux d'eau dans les cultures irriguées de riz flottant varient entre 1 et 15 % de la récolte à l'Opération Riz Mopti, au Mali, mais les dégâts atteignent 100 % sur certaines parcelles alors que d'autres parcelles sont intactes. Les paysans connaissent le risque, mais ne peuvent prévoir l'emplacement des dégâts, bien que les risques soient plus forts au centre du casier, près d'une mare par exemple, que sur les bords (TRECA et BILLIET, 1983 ; TRECA, 1985, a), ou en cas de retard dans le drainage des rizières (TRECA 1984, b), ou encore à proximité de défauts dans la culture (tâches d'eau libre), (TRECA, 1975).

En fait, le risque de dégâts de canards est du même type que celui de la grêle dans les pays tempérés ou du risque de passage des criquets migrateurs en zones tropicales, bien qu'en Amérique du Nord, les pertes dues aux canards ne soient pas considérées comme une catastrophe naturelle, puisque le Migratory Bird Convention Act protège et gère les populations de canards au profit exclusif des chasseurs et des amateurs de la nature que les paysans rendent donc responsables des dégâts (PIROT, 1984).

Les riziculteurs maliens considèrent que les oiseaux ont commis des dégâts lorsque ceux-ci dépassent un seuil de 4 à 5 % sur une parcelle et déposent alors une plainte auprès des encadreurs ou du chef de casier. Bien souvent les surfaces attaquées par les oiseaux sont fortement endommagées et sont comptabilisées par les responsables de la riziculture comme perdues à 100 %. Comme les surfaces peu attaquées ne font pas l'objet de plainte de la part des paysans, le pourcentage d'hectares perdus sur un casier rizicole, comptabilisés par le chef du casier, est très proche du pourcentage réel de dégâts mesurés par échantillonnage au hasard (TRECA, 1985 a), pour les espèces mangeant en groupes et occasionnant des dégâts bien visibles (canards, mange-mil), mais est très sous-estimé pour les espèces commettant des dégâts beaucoup plus diffus comme le chevalier combattant : 2,8 % en moyenne de dégâts à Dioro, en 1984-1985, mesurés par échantillonnage, mais n'ayant pas fait l'objet de

plainte de la part des paysans, même sur des parcelles assez nettement endommagées (TRECA, *sous presse*, a).

Les méthodes de lutte que nous allons passer en revue sont ainsi conçues contre les espèces ressenties comme principales déprédatrices, alors que les Chevaliers combattants ne sont habituellement pas visés par la lutte. Mais avant de décider des méthodes de lutte, il faut comprendre le pourquoi des dégâts et surtout les risques liés aux différentes façons culturales. Il est bien évident que les riziculteurs ont de nombreuses contraintes, comme par exemple la disponibilité d'eau douce, et que dans chaque cas particulier, il faudra choisir ou s'accommoder d'arrangements entre les contraintes culturales et les risques de dégâts d'oiseaux ou d'autres animaux. La lutte ou la protection des champs doit apporter un gain de récolte assez important pour rentabiliser les efforts consentis pour soustraire aux oiseaux ou aux autres déprédateurs une partie de ce qu'ils détruisaient auparavant. Si la lutte provoque en même temps une diminution des rendements, ou si elle coûte plus cher que les gains supplémentaires attendus, elle n'aura pas atteint son but.

Il faut remarquer que la lutte traditionnelle, si elle ne suffit pas dans tous les cas, est néanmoins largement répandue dans les zones à hauts risques de dégâts, par exemple dans les zones fréquentées par le « Quelea ». En l'absence de lutte, les pertes dues à cet oiseau y atteignent souvent de 50 à 100 % de la récolte, selon une enquête FAO auprès des Services de Protection des Végétaux de 33 pays (MANIKOWSKI, non daté). La lutte traditionnelle, appuyée par des organisations nationales ou internationales disposant de moyens lourds (avions de pulvérisation d'avicides, logistique au sol...) permettent de réduire les pertes à un niveau plus acceptable : 5 à 8 % à l'Office du Niger, au Mali (MANIKOWSKI, non daté).

Enfin, la perception des dégâts est plus aiguë si les récoltes sont mauvaises : les déprédateurs prélèvent alors une part indispensable de la nourriture des paysans et de leur famille et non plus seulement une partie des surplus de récolte lorsque les conditions culturales (pluviométrie, crues...) ont été bonnes (TRECA, *sous presse*, a). Dans ce cas, il est permis d'augmenter l'effort de lutte, car il s'agit de la survie des populations humaines et non plus seulement de leur bien-être. Quand ce n'est pas possible, et devant la pression des oiseaux, les paysans sont obligés de déménager leurs villages, comme cela est arrivé au Mali (MANIKOWSKI, non daté).

## 4. RISQUES DE DÉGÂTS

### 4.1. Risques liés aux dates de culture

Les rizières du casier de Richard-Toll, au Sénégal, qui fut le premier casier rizicole mécanisé d'Afrique de l'Ouest, étaient sujettes jusqu'en 1972 à des dégâts de canards importants au moment des semis (plus de 30 % en 1958, Anonyme, 1976). Après 1972, on abandonna la culture du riz sur ce casier et d'autres casiers rizières furent créés à différents emplacements du Delta du Sénégal. Les dégâts mesurés sur ces nouveaux périmètres rizières furent beaucoup plus faibles : 0 à 7 % (TRECA, 1983). Le casier de Richard-Toll disposait de l'eau du lac de Guiers qui permettait des semis en mars-avril-mai, c'est-à-dire en fin de saison sèche. Les rizières étaient à cette époque presque les seules surfaces inondées de la région et provoquaient bien évidemment des regroupements d'oiseaux d'eau au moment des semis. Les nouveaux casiers ne disposant plus que de l'eau du fleuve Sénégal, eau salée par remontée de l'eau

de mer jusqu'au moment de l'arrivée de la crue vers la mi-juillet, les semis ont dû être décalés jusqu'en fin juillet-début août. Or, à cette époque de l'année, les oiseaux d'eau migrateurs sont partis en Europe ou en Asie pour la reproduction, et les canards « sédentaires » se sont dispersés à la suite des premières pluies pour se reproduire également, autour des mares temporaires ou dans les plaines inondées, et ne sont donc pas présents en nombres à proximité des rizières. Par contre, si à cause de retards dans la préparation d'un champ de riz, une parcelle est semée très tardivement, fin août au début septembre, elle subira presque certainement des attaques des premières bandes de petits échassiers migrateurs à être revenus sur leur aire d'hivernage (TRECA, 1977).

Il faudrait que les responsables des aménagements hydroagricoles en Afrique de l'Ouest soient conscients des risques que courront certainement les cultures de contre-saison, avec semis en janvier ou février, au moment où le maximum d'oiseaux est présent dans la région et où les surfaces inondées naturelles se réduisent. Le repiquage du riz serait alors la solution à préconiser (TRECA, 1977).

#### 4.2. Risques liés aux variétés de riz

En Afrique de l'Ouest, deux grands types de variétés de riz de l'espèce *Oryza sativa* sont cultivés : il s'agit du riz dressé qui exige des travaux d'aménagement du sol importants et une bonne maîtrise de l'eau, mais qui produit des rendements élevés, et du riz flottant cultivé dans les zones peu ou pas aménagées. Du fait même du port différent de ces variétés, ce ne sont pas les mêmes oiseaux qui commettent les dégâts lors de la maturation des épis. En principe, sur riz dressé, seuls les gros Anatidés, canard armé (*Plectropterus gambensis*), canard casqué (*Sarkidiornis melanotos*) ou oie d'Égypte (*Alopochen aegyptiaca*) peuvent atteindre les épis hors de portée d'espèces plus petites. Celles-ci ne peuvent manger les grains qu'en cas de verse du riz ou de récolte avec dépose des gerbes sur sol non entièrement drainé. Les sarcelles d'été (*Anas querquedula*) ont ainsi gravement endommagé les récoltes de l'Office du Niger, sur le Canal du Sahel au Mali, en décembre 1973 (TRECA, 1977).

Par contre, sur riz flottant, les sarcelles d'été surtout, mais aussi les canards pilets (*Anas acuta*) et parfois les dendrocygnes (*Dendrocygna viduata* et *D. bicolor*) peuvent commettre des dégâts importants, estimés voici une quarantaine d'années à 10 à 20 % de la récolte, mais réduits désormais, grâce à une meilleure répartition des variétés de riz selon les zones basses, moyennes ou hautes des casiers, ce qui permet un drainage plus rapide au moment de la maturation du riz, entre 1 et 15 %, selon les années (RISBEC et MALLAMAIRE, 1949, TRECA, 1983, TRECA, sous presse a).

#### 4.3. Risques liés aux façons culturales

Les canards voient mal la nuit et sont attirés par l'eau qui brille à la lumière de la lune ou des étoiles. De bonnes cultures doivent donc éviter d'attirer les canards par une mare ou une tâche d'eau libre dans (ou à côté de) la parcelle. Pour les rizières cultivées en riz dressé, ceci peut être réalisé par un planage et un désherbage soignés (TRECA, 1978), ce qui est également un bon moyen pour augmenter les rendements.

Pour les cultures de riz flottant seul le désherbage est possible. Les paysans peuvent néanmoins veiller tout particulièrement à la qualité des semis, mais ceux-ci doivent germer sous pluie avant l'arrivée de la crue, ce qui n'est pas

toujours très heureux en zone sahélienne. Les risques de mauvaise pluviométrie au moment des semis entraînent des risques de mauvaise germination et d'apparition au cours de la croissance de zones mal venues et de tâches d'eau libre qui, à leur tour, entraîneront des risques accrus d'attaques d'oiseaux d'eau à ce niveau.

Le repiquage du riz, quand la main d'œuvre est disponible, donne des rizières beaucoup plus homogènes. Le drainage rapide de la rizière au moment de la maturation du riz permet de réduire le temps disponible pour les attaques de canards. L'envasement et le mauvais entretien des canaux de drainage ne peuvent qu'augmenter les risques d'attaques d'oiseaux d'eau, sans que celles-ci soient jamais certaines. Les canards n'ont pas attaqué le casier de Diabi de l'Opération Riz Mopti, en 1983-1984, malgré des conditions idéales (récolte dans 20 à 30 cm d'eau) dues à une impossibilité de drainage par envasement des canaux.

#### **4.4. Risques liés à la localisation géographique des rizières**

Même en zone sahélienne, toutes les rizières ne sont pas attaquées. Les attaques d'oiseaux d'eau au Mali sont surtout sensibles dans le Delta Central. Ce sont principalement les sarcelles d'été et les canards pilets qui dévastent les rizières de l'Opération Riz Mopti et aussi les rizières villageoises non aménagées de l'intérieur du delta, et les dendrocnygnes veufs les rizières de bord du fleuve dans la boucle du Niger, autour de la ville de Gao. Par contre, les rizières de l'Opération Riz Ségou, à l'ouest du delta n'ont pratiquement pas été attaquées par les oiseaux d'eau depuis la création des casiers voici trente ans, sauf un peu à Dioro en 1983-1984 et beaucoup plus (6 % de dégâts d'oiseaux d'eau) en décembre 1984-janvier 1985, toujours à Dioro, à la suite d'une sécheresse tout à fait exceptionnelle (TRECA, 1985, a). Sauf cas extrêmes, ces rizières ne risquent donc pas de dégâts d'oiseaux d'eau importants.

En fait, les terrains de gagnage où les canards vont se nourrir doivent être situés dans un rayon de 20 à 30 km au maximum des lieux de repos diurnes appelés remises. Les rizières situées à une distance plus grande d'une remise ne risquent pas, dans l'immédiat, de dégâts d'oiseaux d'eau, sauf en cas de déplacement de la remise. C'est la raison pour laquelle les gros Anatidés ne commettent que peu de dégâts au Mali, car au moment de la maturation du riz, ces canards sont regroupés dans des zones difficiles d'accès pour l'homme pour effectuer la mue des plumes de leurs ailes (qui les empêche de voler), au moment du maximum de la crue. Au Sénégal, au contraire, la crue du fleuve est plus précoce et les gros Anatidés ont déjà fini la mue de leurs ailes au moment de la maturation du riz. Pouvant à nouveau voler, ils se rapprochent des rizières qu'ils peuvent éventuellement attaquer. En pratique, donc, l'étude de la répartition spatiale des canards en fonction de la crue doit permettre de définir des zones à risques où les casiers qui y seraient aménagés pourraient, éventuellement subir des dommages d'oiseaux d'eau, et d'autres zones où ces risques seront quasi nuls. Il existe également des zones attaquées par les « Quelea » et d'autres non, car trop éloignées des concentrations de cette espèce.

## 5. PROTECTION, DÉCISIONS

### 5.1. Au Sahel

Deux grands types de méthodes de lutte sont utilisés au Mali contre les oiseaux (TRECA, 1985 b) : des méthodes directes qui agissent sur les populations d'oiseaux qui ont commencé à commettre des dégâts, ou qui risquent d'en commettre bientôt (gardiennage, installation de dispositifs d'effarouchement...), et des méthodes indirectes destinées à diminuer l'attractivité des champs dès avant le début des dégâts, comme l'aménagement des champs et les soins apportés à la culture. Mais dans le cas des méthodes directes installées à titre préventif, la nécessité de protéger l'ensemble des cultures avant le début des dégâts ne permet l'emploi que de méthodes assez bon marché. La lutte doit en effet impérativement coûter moins cher que le gain espéré d'augmentation de récolte grâce à la lutte, sauf cas particuliers, politiques par exemple, ou parcelles expérimentales, qui autorisent une protection « à n'importe quel prix » de certaines parcelles ou de certains casiers.

Contre les « Quelea », les méthodes directes curatives comme le gardiennage de champs, la pulvérisation d'avicides par avion ou le dynamitage des dortoirs proches des cultures sont souvent employées pour lutter contre les oiseaux qui ont échappé aux méthodes préventives, à savoir principalement la destruction des oiseaux par pulvérisation par avion des colonies de nidification.

Contre les canards, les méthodes directes sont surtout préventives, puisque les dégâts peuvent être soudains et imprévisibles. Il s'agit par exemple de l'installation de lampes à pétrole sur les champs, ou de grands feux, du gardiennage préventif, de l'installation de filets, d'épouvantails de différents types, etc... Ces méthodes sont conçues pour dissuader les canards de venir dans les rizières par modification de l'attractivité de ces champs pour ces oiseaux dès les premiers signes de leur présence dans la zone et si possible avant leurs premières attaques.

Cependant, à côté de ces méthodes directes de lutte préventive, il existe toute une gamme de méthodes de lutte indirectes, préventives également. Il s'agit ici encore de diminuer l'attractivité des champs pour les oiseaux, mais avant que ceux-ci n'aient commencé à fréquenter les rizières. Nous avons recensé ci-dessus différents facteurs de risques d'attaques d'oiseaux. La protection préventive des champs consiste donc à diminuer ces facteurs de risques. On peut ainsi aménager les casiers de telle façon qu'un bon contrôle de l'eau permettra le drainage rapide des rizières avant maturation complète du riz, diminuant ainsi le temps pendant lequel les canards risquent de commettre des dégâts (TRECA, 1984, b).

De même un planage et un désherbage soignés (bonnes façons culturales) permettent d'obtenir des cultures propres, sans tâches d'eau libre qui pourraient attirer les canards (TRECA, 1978). Enfin, le choix des variétés de riz est important également afin de permettre le drainage et la récolte aussi précoces que possibles sur l'ensemble du casier. Une parcelle arrivée à maturité avant ses voisines augmente de façon importante le risque d'attaques d'oiseaux d'eau puisqu'on ne peut drainer le casier ou le sous-casier, et commencer la récolte, avant la maturité de l'ensemble des parcelles qui le composent. La solution serait la construction de digues secondaires pour séparer de plus

nombreux sous-casiers sur lesquels la maîtrise de l'eau serait plus facile, améliorant du même coup la récolte.

L'aménagement du calendrier de culture au Cameroun, de telle façon que les épis de mil arrivent à maturité quand les « Quelea » ne sont pas présents dans la région, a permis de réduire les dégâts de 13 à 1 % (ELLIOTT, 1979). L'aménagement du calendrier de culture a également été utilisé en Australie pour diminuer les risques de dégâts d'oies, de telle façon que le riz cultivé murisse après le riz sauvage dans les plaines où furent aménagées des rizières (FRITH et DAVIES).

Enfin une dernière méthode de lutte préventive indirecte qui a fait ses preuves au Sénégal, est la création d'une réserve d'oiseaux d'eau, car ceux-ci y trouvant nourriture et sécurité seront beaucoup moins enclins à en sortir pour aller attaquer les cultures (ROUX, 1974). Il ne s'agit plus ici de dissuader les oiseaux de venir sur les champs, mais de les attirer ailleurs en leur offrant des zones de sécurité par suppression de la chasse (MOREL, 1965).

## 5.2. Comparaison avec le reste du monde

Il est bien évident que la perception des risques de dégâts et les décisions qui seront prises pour diminuer ces risques dépendent de l'environnement et du prix accordé à la culture. Au Mali, à cause du déficit céréalier chronique de la zone sahélienne, il faut protéger le plus possible, mais avec des moyens limités, toutes les surfaces cultivées. Dans un pays comme les États-Unis, qui, au contraire, ont une surproduction céréalière, la perception du risque et surtout les décisions prises sont très différentes : dans certains cas, les organisations de chasse ou gouvernementales versent des dommages-intérêts aux paysans victimes des canards, ce qui se pratique aussi aux Pays-Bas, contre les dégâts d'oies, et en France, contre les dégâts de flamants roses. Dans d'autres cas, certaines cultures sont réservées dès les semis aux canards. Les techniques de lutte visent alors à diriger, par exemple par des avions légers, les canards vers ces zones qui leur sont réservées et à les y maintenir, dès avant la maturation du riz, par agrainage (PIROT, 1984). En Amérique du Nord, 4,5 millions d'hectares sont ainsi cultivés chaque année uniquement pour les canards (SANDERSON, 1976). Il est bien évident que cette technique n'est pas envisageable au Sahel actuellement.

En France, en Camargue, les dégâts de flamants roses (*Phænicopterus ruber*) ont été réduits à presque rien par une protection totale de tous les champs par de nombreuses méthodes d'effarouchement utilisées en même temps (d'où augmentation du coût) : canons à carburé, ballon-sondes, girophares, gardiennage, etc... (ANDRÉ et JOHNSON, 1981).

Les recherches conduites en Australie montrent qu'il est préférable de ne pas attirer les oiseaux sur les champs d'où ils seraient ensuite difficiles à chasser une fois qu'ils auraient commencé à s'y nourrir (FRITH et DAVIES). Les techniques de lutte préventive indirecte doivent donc prendre aussi en compte la satisfaction des besoins trophiques des canards, lors de l'aménagement de nouveaux casiers ou de grands travaux hydroagricoles, pour éviter de retrouver ces oiseaux dans les champs cultivés. Il faut noter en effet qu'« aux États-Unis, l'irruption des canards et des oies dans le domaine cultivé se produit toujours à la suite de profondes réorganisations hydrauliques centrées sur l'assèchement des zones humides pour favoriser l'installation des cultures irriguées » (PIROT, 1984). Cette satisfaction, hors des cultures, des besoins des canards et l'une des méthodes les moins onéreuses de diminution (ou de non augmentation) du risque « canards ». Toutes les méthodes préventives, directes

ou indirectes, sont d'ailleurs certainement préférables aux méthodes curatives, dans le cas des oiseaux d'eau, car outre la rapidité des dégâts localement, l'habitation joue aussi un grand rôle dans le comportement des oiseaux (Anonyme, 1958).

## 6. CONCLUSION

Il n'est pas possible, dans le cas des oiseaux d'eau et surtout des oiseaux migrateurs, d'envisager des actions de destruction à grande échelle, et c'est là l'originalité de la lutte contre les oiseaux d'eau par rapport aux autres déprédateurs des cultures : Quelea, insectes, rongeurs. Cependant, localement, les pêcheurs du Delta Central au Mali placent des filets à poisson au-dessus des rizières et capturent ainsi plusieurs milliers d'oiseaux d'eau qui sont ensuite revendus sur les marchés ; les populations locales profitent alors de protéines animales qui remplacent en partie le riz perdu (TRECA, *sous presse*, b).

Les aménagements des casiers rizicoles et les soins apportées aux cultures, tout en augmentant les rendements, ont pour conséquence la réduction des risques d'attaques d'oiseaux par diminution de l'attractivité des champs. Ils sont toujours préférables à une lutte onéreuse, quand le choix existe.

## BIBLIOGRAPHIE

- ANDRÉ (P.) et JOHNSON (A. R.), 1981. — Le problème des flamants roses dans les rizières de Camargue et les résultats de la campagne de dissuasion du printemps 1981. *Le Courrier du Parc* n° 22-23 : 20-35.
- Anonyme, 1958. — Prevent duck damage. Dept of resources and development, Canadian Wildlife Service, OTTAWA.
- Anonyme, 1976. — Pest Control in Rice. PAN's Manual n° 3. Centre for Overseas Pest Research, London.
- ELLIOTT (C.C.H.), 1979. — The harvest time methode as a means of avoiding Quelea damage to irrigated rice in Chad/Cameroun. *Journal of Applied Ecology*, 16 : 23-25.
- FRITH (H. J.) and DAVIES (S.J.J.F.). — Wild Geese and Rice Cultivation in the Northern Territory. CSIRO R2/214 : 1-11.
- MANIKOWSKI (S.), 1984. — Birds injurious to crop in West Africa. *Tropical Pest Management* 30 (4) : 379-387.
- MANIKOWSKI (S.), non daté. — L'impact de la lutte antiaviaire sur la protection des cultures et sur l'environnement. *Rapport dactylographié*, 13 pp.
- MOREL (G.), 1965. — La riziculture et les oiseaux dans la vallée du Sénégal. *C. r. Trav. Congr. Prot. cult. trop.*, Marseille : 639-642.
- PIROT (J. Y.), 1984. — Dégâts causés aux cultures par les Anatidés : Le Problème Nord-Américain. Société Nationale de Protection de la Nature. Rapport de Convention n° 82291.
- RISBEC (J.) et MALLAMAIRE (A.), 1949. — Les animaux prédateurs et les insectes parasites des riz cultivés en Afrique occidentale. *Agronomie tropicale* 4 (1-2) : 70-76.
- ROUX (F.), 1974. — The status of wetlands in the west african Sahel : their value for waterfowl and their future. in : *Int. Conf. on Conserv. of wetlands and waterfowl*, Heiligenhafen. Proceedings, Smart M. (Ed), IWRB, Slimbridge : 272-287.
- SANDERSON (G. C.), 1976. — Conservation of waterfowl. in : Bellerose F. Ducks, Geese and Swans of North America. Harrisburg, U.S.A., Stackpole Books : 43-58.
- TRECA (B.), 1975. — Les oiseaux d'eau et la riziculture dans le delta du Sénégal. *L'oiseau et R.F.O.*, 45 (3) : 259-265.
- TRECA (B.), 1977. — Le problème des oiseaux d'eau pour la culture du riz au Sénégal. *Bull. IFAN*, 39 Sér. A (3) : 682-692.
- TRECA (B.), 1978. — Évolution des populations d'Anatidés éthiopiens et estimations des dégâts d'Anatidés dans le delta du Sénégal. *Cah. ORSTOM, sér. Biol.*, vol XIII (4) : 339-345.
- TRECA (B.), 1981 a. — Régime alimentaire de la Sarcelle d'été, *Anas querquedula*, dans le delta du Sénégal. *L'oiseau et R.F.O.*, 51 (1) : 33-58.



- TRECA (B.), 1981 b. — Le régime alimentaire du Dendrocygne veuf (*Dendrocygna viduata*), dans le delta du Sénégal. *L'oiseau et R.F.O.*, 51 (3) : 219-238.
- TRECA (B.), 1983. — Do water birds really destroy irrigated crops in West Africa ? Discussion. *Annual Rice Review Meeting may 1983, WARDA/83/ARR-31 : 15 pp ronéot.*
- TRECA (B.), 1984 a. — La Barge à queue noire (*Limosa limosa*) dans le delta du Sénégal : régime alimentaire, données biométriques, importance économique. *L'oiseau et R.F.O.*, 54 (3) : 247-262.
- TRECA (B.), 1984 b. — Convention pour l'étude des dégâts causés par les oiseaux d'eau dans les rizières du Delta Central du Niger au Mali. Rapport final. ORSTOM, OCLALAV, Projet PNUD/FAO-RAF/81/022, 21 pp.
- TRECA (B.), 1985 a. — Dégâts d'oiseaux d'eau aux rizières de la zone de Dioro (Opération Riz Ségou, Mali), lors de la récolte en janvier 1985. Rapport interne FAO, *dactylographié*, 12 pp.
- TRECA (B.), 1985 b. — Les possibilités de lutte contre les Oiseaux d'eau pour protéger les rizières en Afrique de l'Ouest. *Journ. d'Agric. Trad. et de Bota. Appl.*, XXXII : 191-213.
- TRECA (B.), 1986. — Régime alimentaire du Dendrocygne fauve (*Dendrocygna bicolor*) dans le delta du Sénégal et comparaison avec les régimes de la Sarcelle d'été (*Anas querquedula*) et du Dendrocygne veuf (*D. viduata*). *L'oiseau et R.F.O.*, 56 (1) : 59-68.
- TRECA (B.), *sous presse* a. — Les dégâts d'oiseaux d'eau sur les rizières aménagées du delta central du Niger au Mali. CILSS.
- TRECA (B.), *sous presse* b. — Waterfowl catches by fishermen in Mali. Proceedings, 6<sup>e</sup> congrès Pan Africain d'ornithologie, Francistown, Botswana, 1985.
- TRECA (B.), *en préparation*. — Le régime alimentaire du Chevalier combattant (*Philomachus pugnax*) dans le delta du Sénégal.
- TRECA (B.), et BILLIET (F.), 1983. — Les dégâts d'oiseaux d'eau à l'Opération Riz MOPTI lors de la campagne 1982-1983. Rapport interne FAO, Projet PNUD/FAO-RAF/81/022, 22 pp.



*Chapitre 2*

**Risque et pratiques paysannes**



## Risque et pratiques paysannes : diversité des réponses, disparité des effets

*L'activité agricole s'exerce dans un contexte où l'incertitude, l'insécurité, le danger existent toujours, bien qu'à des degrés divers. Les causes en sont variées, et d'abord en rapport avec la multiplicité des facteurs et des conditions qui interfèrent dans l'élaboration de la production agricole.*

*Une première question est donc de savoir comment les agriculteurs, à travers leurs pratiques, tiennent compte des perturbations plus ou moins imprévisibles du milieu et parviennent à en atténuer les effets négatifs. Chaque situation agricole, de par sa singularité, révèle sa propre hiérarchie quant aux phénomènes responsables du risque, et corrélativement se distinguent des situations où l'agriculture court des risques plus élevés que dans d'autres. Par delà les spécificités locales, les comportements visant à une plus grande sécurité témoignent pourtant bien souvent, dans leurs principes tout au moins, de grandes similitudes.*

*C'est ainsi que D. SAUTIER propose de distinguer trois grands types de stratégies qui ont valeur très générale car s'appliquant, on le verra, à des situations variées comme à des risques de natures différentes : la dispersion à tous les niveaux, destinée à atténuer les effets des risques ; l'évitement qui consiste à prévenir les risques en empêchant leur manifestation, en agissant directement ou indirectement sur leurs causes ; le contournement qui, sans agir ni sur les causes ni sur les effets, permet de se situer hors d'atteinte des risques. Autrement-dit, accepter les risques mais tenter d'en atténuer l'impact, ou bien les combattre, ou bien encore s'y dérober.*

*Concernant l'activité de production agricole proprement dite, ces différentes stratégies sont souvent mises en œuvre conjointement. P. MORLON l'illustre de façon très convaincante à propos de l'agriculture andine au Pérou. Face à des risques d'origine climatique sévères (déficit en eau, gel), les pratiques adoptées passent à la fois par l'aménagement du milieu (infrastructures d'irrigation, bocage, terrasses, ados), des méthodes actives de lutte (apport d'eau, brassage de l'air et dégagement de fumée), le choix d'espèces et de variétés adaptées (par leur morphologie ou la longueur de leur cycle), la diversifica-*

tion du matériel végétal au sein de la parcelle (association de cultures), la dispersion de micro-parcelles situées dans des milieux pédoclimatiques différents, qui cherche notamment à tirer au mieux parti de la large gamme de situations contrastées créées par le gradient altitudinal.

L'article de E. FAUROUX concerne une situation très voisine et rend compte d'une enquête réalisée par une ONG équatorienne, le CAAP, dans une communauté paysanne implantée en altitude, après un orage de grêle particulièrement dévastateur. L'intérêt principal de ce travail est de mettre en parallèle les pratiques magico-religieuses qui semblent occuper exclusivement la « conscience verbale » des gens, avec les pratiques empiriques très efficaces (atomisation des microparcelles sur l'ensemble du terroir, étalement des semis dans le temps) qui traduisent une forte adaptation aux conditions naturelles mais ne sont pas mentionnées explicitement parmi les stratégies conscientes. Par delà l'explication qui en est donnée ici, cet exemple doit inciter à la prudence concernant l'interprétation des pratiques et stratégies paysannes « destinées » à lutter contre les risques et qui sont loin d'être toujours délibérées.

Dans des conditions de milieu aussi dissemblables que peuvent l'être celles des Andes (articles de P. MORLON, D. SAUTIER, E. FAUROUX), de Sumatra (F. MARY), du Sahel au Burkina Faso (P. MILLEVILLE), de la zone forestière camerounaise (A. LEPLAIDEUR) ou de la Tunisie présaharienne (C. FLORET, H. KHATTALI, E. LE FLOCH, R. PONTANIER), les pratiques agricoles adoptées ou préconisées pour atténuer les risques reposent largement sur la dispersion et la diversité. Soit en mettant à profit l'hétérogénéité des conditions de milieu et les complémentarités qui s'y manifestent, soit en étant elles-mêmes source de diversité. L'agriculture de montagne et le pastoralisme en zone semi-aride constituent de bons exemples d'adaptation à la variabilité des conditions de milieu. La diversification des pratiques culturales et les associations de plantes sur la parcelle, la combinaison de différentes cultures ou celle de l'agriculture et de l'élevage au sein de l'unité de production, demeurent par ailleurs très répandues dans les situations agricoles du monde tropical et représentent à l'évidence des facteurs de sécurité face aux risques qui affectent les processus de production.

Une thèse souvent avancée consiste à opposer, au moins implicitement, les propriétés de productivité (considérées au sens large) à celles de rusticité et de sécurité. Une transposition analogique est ainsi faite entre ce que l'on a pu fréquemment constater à propos du matériel végétal et animal domestiqué par l'homme et les systèmes d'exploitation du milieu qu'il met en œuvre. Les agricultures dites extensives seraient ainsi douées d'une grande flexibilité et se révéleraient plus aptes que les agricultures intensives à garantir une relative stabilité des niveaux de production. Une thèse opposée attribuée à la plus forte maîtrise du milieu une capacité supérieure à tamponner les effets négatifs des perturbations de l'environnement. Sans anticiper ici sur ce qui sera plus particulièrement développé dans la troisième partie de cet ouvrage, il apparaît que la

lutte contre le risque peut résulter aussi bien de l'artificialisation du milieu que d'une adaptation à ses conditions. Loin de s'opposer, ces deux grands types de stratégies se trouvent d'ailleurs fréquemment associés, combinés dans les agricultures locales. Les conditions particulières de milieu, la nature des espèces exploitées, l'état des techniques et la disponibilité en facteurs de production, expliquent dans une large mesure les parts respectives prises par les voies de l'adaptation et de l'artificialisation.

Lorsque certaines conditions sont remplies (faible densité démographique notamment, induisant une pression limitée sur les ressources du milieu), les systèmes agropastoraux sahéliens font preuve d'une réelle efficacité en limitant, grâce à des pratiques et stratégies adaptatives, les risques d'origine climatique particulièrement accusés (P. MILLEVILLE). Le caractère extensif des systèmes d'exploitation y repose à la fois sur le faible coût de mise en œuvre des techniques, sur l'accès à un espace ouvert et diversifié, sur la rapidité de réponse à l'évènement et, faut-il le souligner, sur une connaissance intime des possibilités et des contraintes de l'environnement.

À partir d'une analyse comparative très précise de deux types d'exploitation agricole du Yatenga au Burkina Faso, J. Y. MARCHAL nuance fortement certaines idées reçues. Ces exploitations se distinguent par des disponibilités en main-d'œuvre très différentes et des stratégies contrastées quant à l'intensité de mobilisation de la force de travail à l'unité de surface. Une main-d'œuvre abondante permet d'utiliser au mieux les instants propices liés au rythme des averses et de soulager le travail de l'actif, bien qu'une quantité supérieure globale de travail soit consacrée à l'unité de surface. La stratégie extensive adoptée par une majorité de petites exploitations conduit à une plus grande vulnérabilité vis à vis de conditions climatiques défavorables et à une plus faible productivité par actif que la stratégie intensive.

Toujours au Burkina Faso, M. GROUZIS et J. ALBERGEL comparent l'incidence de la persistance d'années pluviométriquement déficitaires sur trois types de production : les céréales, les pâturages sahéliens, la culture cotonnière. Dans les deux premiers cas se manifeste une forte variabilité interannuelle des niveaux de production, en grande partie imputable à la variabilité des précipitations. Les résultats de la culture cotonnière montrent par contre un accroissement spectaculaire de la production au cours du temps, résultant plus de l'augmentation des rendements que de celle des surfaces cultivées. Les variations de la production annuelle peuvent être ajustées à une courbe « logistique » (en forme de S), qui représente l'influence des seuls paramètres maîtrisables (qui sont donc progressivement de mieux en mieux maîtrisés), les écarts des productions observés à cette courbe reflétant l'incidence du facteur pluie. Les auteurs en concluent qu'à risque climatique de même intensité, les conséquences sur les productions agricoles sont d'autant plus significatives que le caractère extensif du système d'exploitation est marqué.

Même si l'on ne considère que les processus de production en tant que tels, les perturbations qui se

manifestent ne relèvent pas que du milieu biophysique. Comme l'a souligné M. ELDIN en introduction au chapitre 1, l'agriculteur est confronté à un état de risque qui résulte de l'intervention de phénomènes d'origines très diverses et dont la conjonction influence à la fois le niveau global de risque et les décisions qu'il prendra. P. MORLON montre ainsi que les techniques d'aménagement du milieu permettant de lutter contre les risques d'origine naturelle ne sont pas toutes utilisées de façon systématique à cause de deux autres types d'insécurité : l'insécurité foncière et celle liée à la commercialisation qui, dans le premier cas induit des risques de spoliation et d'accaparement des terrains une fois aménagés et dans le second pose la question de savoir si des investissements très importants en travail se justifient. Dans le pays Minang à Sumatra (F. MARY) les agriculteurs doivent faire face aux risques d'attaques imprévisibles et difficilement contrôlables des rongeurs dans les rizières, ainsi qu'aux aléas naturels et économiques auxquels sont confrontées les productions agroforestières. Les réponses individuelles apparaissent en grande partie fondées sur la multiplicité et la complémentarité des productions et sur la souplesse de gestion des plantations arborées qui, lorsque les conditions économiques deviennent défavorables (chute des cours), peuvent être temporairement abandonnées.

Les risques agricoles concernent également ce qui conditionne l'expression des phénomènes d'élaboration de la production. Au niveau de l'exploitation agricole, ce qui peut affecter la disponibilité et l'état des différents facteurs de la production retentira ainsi plus ou moins fortement sur le déroulement et les résultats de la campagne agricole. La notion de risque en agriculture s'élargit donc, incorporant par exemple le risque sanitaire s'il est à l'origine de l'indisponibilité d'une partie de la main-d'œuvre au cours de la saison de culture.

Un problème important concerne les rapports entre le risque lié à l'occurrence incertaine d'un phénomène et ce que l'on peut appeler son « terrain », c'est-à-dire l'état des conditions relativement stables du milieu. Cet état va influencer sur l'expression du risque, rendant les conséquences d'une perturbation d'ampleur donnée plus ou moins graves. Cette question des interactions entre le risque et la contrainte renvoie très directement aux rôles des pratiques agricoles. En effet, leur efficacité dans la lutte contre les risques dépend de l'état du milieu, ce qui signifie qu'il n'existe pas en soi de bonnes ou de mauvaises pratiques sécuritaires, mais que celles-ci doivent être choisies, parmi un champ de possibilités, en fonction du contexte local. Il en résulte que des solutions qui avaient fait la preuve de leur efficacité par le passé peuvent devenir inadaptées et inopérantes lorsque les conditions ambiantes se sont transformées. Cette transformation résulte d'ailleurs souvent de l'activité agricole elle-même qui peut accentuer le poids de certaines contraintes, fragiliser le milieu, et qui devient de ce fait source de risques. L'évolution démographique, les transformations sociales, les nouvelles conditions créées par les politiques agricoles, contribuent elles aussi à déplacer le terrain du risque et à introduire de nouveaux dangers.



Dans le sud de la Tunisie (C. FLORET, H. KHATTALI, E. LE FLOCH, R. PONTANIER) la sédentarisation croissante se traduit par une extension des surfaces cultivées aux dépens des parcours. Le pâturage excessif qui en résulte contribue à la destruction du couvert végétal qui accroît l'aridité en diminuant l'aptitude à emmagasiner l'eau utile à la production végétale. Des processus de désertisation sont en cours. Les auteurs préconisent des voies d'aménagement du milieu fondées sur des bases écologiques et susceptibles de limiter les risques climatiques. Les méthodes proposées visent à tirer parti des caractéristiques favorables du milieu (adaptation des espèces végétales, plasticité des races d'animaux domestiques, diversité des types biologiques et des situations de milieu), à agir sur les pratiques agricoles (intégration de la céréaliculture et du parcours, réorganisation des transhumances inter-régionales, plantation d'arbres fourragers), à limiter les risques d'érosion grâce à une adaptation des techniques culturales. Un modèle de simulation est utilisé pour prévoir le devenir des surfaces occupées par les différents types de milieu, compte tenu de différents scénarios de mise en valeur.

En région sahélienne du Burkina Faso (P. MILLEVILLE), l'accroissement démographique et ses conséquences se traduisent par un état de crise exacerbée par une longue succession d'années à pluviométrie très déficitaire (voir l'article de M. ELDIN au chapitre 1). Les anciennes pratiques et stratégies adaptatives sont devenues dans bien des cas inopérantes ou sans objet. Elles doivent évoluer dans un sens de plus forte maîtrise des conditions de milieu et d'économie des ressources rares (l'eau en particulier). M. GROUZIS et J. ALBERGEL font un constat similaire et montrent l'accélération des processus érosifs d'origine anthropique liés à l'accroissement de l'aptitude au ruissellement.

À partir de la présentation de trois cas choisis dans la région amazonienne, A. GELY traite du choix fait par les populations cabocles des pratiques agroforestières, en considérant que pour un écosystème donné, le risque est d'autant plus important que les variations de la biomasse végétale et de la diversité spécifique sont éloignées de celles du milieu d'origine. A. GELY estime que les systèmes agroforestiers, de par leur simplicité et leur complexité, se révèlent, plus que ne le seraient des systèmes proprement agricoles, adaptés aux risques importants d'inondation et capables de minimiser le risque écologique en forêt ainsi que le risque économique, grâce à l'extrême diversité des produits exploités.

L'interprétation des changements intervenus depuis un siècle dans la zone forestière du centre et sud Cameroun permet à A. LEPLAIDEUR de mettre en rapport l'évolution des perceptions que le paysan a de la cacaoculture ou celle du statut du sol avec les faits marquants de l'histoire économique, la réduction progressive des disponibilités foncières, la pression de plus en plus forte de l'économie monétaire. D'un confort relatif, les sociétés paysannes passent progressivement à des situations de « risque-survie » en même temps que le statut de l'argent se transforme, que les comportements d'individualisent, que

le bien « terre » s'introduit en économie de marché et devient objet potentiel d'accumulation. A. LEPLAIDEUR nous invite à un essai de compréhension socio-économique du risque à travers une relance de l'analyse en terme de reproduction sociale, nécessitant celle, sur la longue période, de la trilogie production/consommation/accumulation au niveau des différents acteurs sociaux impliqués dans les processus d'évolution.

La problématique, on le voit, se trouve là considérablement élargie, mais par nécessité. Si l'agriculture est par essence une activité de production, on peut en effet difficilement réduire le problème du risque en agriculture à ce qui affecte le processus de production en tant que tel. En dernier ressort, le risque n'a de réalité que parce que des individus y sont confrontés. Être agriculteur, c'est bien entendu produire des denrées agricoles, mais c'est aussi vivre de l'agriculture. Il devient dès lors indispensable de se pencher sur le devenir de la production proprement dite, sur les rôles qu'elle joue dans l'économie familiale et sur les rapports sociaux qui s'établissent à son propos. Et une fois les produits récoltés, d'autres types de pratiques peuvent être adoptés pour pallier les insuffisances éventuelles de la production, en même temps que d'autres types de risques se manifestent.

Si, dans les pays tropicaux, on assiste à une monétarisation croissante des économies domestiques dans le secteur rural et donc à la commercialisation d'une fraction plus ou moins forte de la production agricole, il reste que c'est encore largement grâce à ses propres productions que le paysan cherche à couvrir les besoins alimentaires de base de sa famille. Cette dualité de l'économie agricole est, à l'échelle des unités de production/consommation, source à la fois de sécurité et d'insécurité. Sécurité grâce à la complémentarité des différents types de production. Insécurité à cause d'une dépendance de plus en plus marquée vis à vis d'un environnement global non maîtrisable et soumis lui aussi à des fluctuations difficilement prévisibles quant à leur occurrence et leur ampleur.

Plusieurs articles insistent ici sur les risques alimentaires et sur les moyens de les neutraliser. Les pratiques de stockage jouent bien entendu un rôle majeur, permettant d'étaler la période de consommation et de reporter d'une année sur l'autre d'éventuels surplus de manière à limiter les risques alimentaires découlant d'une production annuelle déficitaire. Notons au préalable que le stockage des denrées agricoles n'est pas toujours possible, notamment lorsque la nature des produits récoltés et les caractères de l'environnement ne s'y prêtent pas. A. LEPLAIDEUR montre ainsi qu'en zone forestière où domine la culture des plantes à tubercules, le système cultural résulte en grande partie de la gestion du système alimentaire : les associations de plantes et la mise en place échelonnée des cultures sont la règle, de manière à étaler les récoltes et faire ainsi disparaître les périodes de risque alimentaire.

La pratique du stockage et de la gestion des productions vivrières est tout particulièrement traitée dans trois articles. A. HALLAIRE expose les solutions adoptées par

les populations des monts Mandara du nord Cameroun confrontées à une hantise : le risque de faim. Pour assurer la soudure annuelle, certains greniers ne sont ouverts qu'après les premières pluies et le début des travaux agricoles. La stratégie consiste donc à avancer la soudure en saison sèche, de manière à assurer une alimentation satisfaisante pendant la période de travail intense. Un interdit à caractère essentiellement religieux frappe par ailleurs la vente du mil. Le paysan prévoit en outre les risques de très mauvaises récoltes en constituant des greniers de réserve où est stocké très longtemps l'éleusine, céréale qui, contrairement au mil, possède un grain qui n'est pas attaqué par les insectes. En pays Serer, au Sénégal, les difficultés à assurer la soudure sont devenues chroniques. J. LOMBARD décrit les pratiques adoptées pour limiter les risques alimentaires : constitution d'un grenier de saison des pluies comme dans le cas précédent, migration saisonnière destinée à limiter la pression exercée sur les réserves, achats de céréales qui constituent à présent une composante permanente de la consommation alimentaire des « cuisines ». A. BOUGHDAD et Y. GILLON enfin traitent des pertes au stockage occasionnées par les ravageurs. Ils soulignent que la monoculture et le stockage post-récolte conduisent à un groupement en masse d'éléments originellement disséminés et à un allongement du temps de conservation qui sont responsables d'un accroissement très rapide des populations de ravageurs dès que le stock est contaminé. Ils évoquent ensuite les actions préventives possibles ainsi que les actions curatives, notamment par l'utilisation des produits phytosanitaires, eux-mêmes à l'origine d'autres types de risques.

La cueillette de végétaux spontanés est une activité universellement répandue. Elle est fréquemment mise à profit pour compléter, au moins conjoncturellement, une production agricole vivrière insuffisante. Dans quelques situations agraires, cette pratique constitue un des fondements du système d'exploitation du milieu. C. SEIGNOBOS nous en donne des exemples saisissants empruntés au Tchad et au nord Cameroun, régions où a longtemps sévi le risque de razzia, rendant inefficace le stockage des grains dans les greniers. Le recours à la cueillette emprunte ici la voie d'une véritable domestication et suppose, dans les cas de la ronneraie ou du parc à ficus, l'adoption de règles collectives concernant l'aménagement de l'espace.

Cette deuxième partie de l'ouvrage se termine par deux articles qui concernent tout particulièrement le problème des interrelations entre les risques agricoles et les risques alimentaires et nutritionnels. S. TRECHE examine l'influence que peuvent avoir les pratiques culturelles sur la valeur nutritionnelle des tubercules. Son article, très documenté, met résolument l'accent sur l'aspect qualitatif de la production agricole, qui est bien souvent ignoré en agriculture tropicale, lorsqu'il s'agit des plantes vivrières consommées localement. De nombreux choix et interventions techniques se répercutent sur la composition des aliments produits. Si les modifications évoquées sont généralement prévisibles, les risques sont liés à la méconnaissance

*ou à la non prise en compte de leurs conséquences au moment des prises de décision. D. SAUTIER, polongeant l'exposé de P. MORLON, définit la nature et l'importance de ces trois types de risques dans les communautés agraires des Andes au Pérou. Il insiste sur les complémentarités alimentaires des différentes étages écologiques, sur les techniques locales de stockage de certains aliments tels que la pomme de terre, et sur la recherche de revenus extérieurs à l'agriculture. Cette dernière stratégie, qui relève du « contournement », prend une importance croissante avec l'intégration progressive de l'économie paysanne au marché. Elle tend peu à peu à prendre le pas sur les stratégies de « dispersion » et d'« évitement » qui dominaient dans la logique d'autosubsistance. Ce recours de plus en plus accusé à la pluri-activité est en fait un phénomène extrêmement répandu, dont font état ici de nombreux exemples. Dans bien des cas les systèmes de production agricole ne constituent que des composantes de stratégies paysannes ou rurales élargies qui débordent non seulement de l'activité agricole mais également de la sphère locale. Elles s'appuient de plus en plus sur des relations à distance, notamment entre la ville et la campagne, concernent des réseaux sociaux plus ou moins étendus, et deviennent des niveaux où s'exercent de nouveaux mécanismes régulateurs.*

Pierre MILLEVILLE  
Agronome ORSTOM  
Centre ORSTOM  
BP 5045  
34032 Montpellier cedex

# **Du climat à la commercialisation : l'exemple de l'Altiplano péruvien**

Pierre MORLON \*

## **INTRODUCTION**

L'Altiplano est un ensemble de plaines ou plateaux au-dessus de 3 600-3 800 mètres d'altitude. À la limite supérieure des cultures, le niveau des risques climatiques est très élevé, et toute modification historique dans cette limite doit correspondre à une modification dans le niveau réel ou accepté des risques, ce qui fait de cette région un « laboratoire » exceptionnel pour l'étude des risques en agriculture.

Mais l'étude des réponses paysannes aux risques climatiques met très vite en évidence les incertitudes sur la propriété de la terre, et plus encore celles relatives à la commercialisation, face auxquelles le paysan est peut-être encore plus désarmé, car si le climat est en quelque sorte « passif », les groupes sociaux, eux, ont une volonté propre qui peut se révéler redoutable.

Et s'il est relativement aisé d'installer des stations météo et d'y obtenir des données tous les jours, il l'est beaucoup moins d'observer et mesurer en permanence les prix et leurs déterminants tout au long de la chaîne qui part du paysan...

Nous illustrerons d'abord quelques méthodes de description des risques climatiques, sur une petite région en haute altitude, l'Altiplano du lac Titicaca. Puis, en élargissant notre perspective à l'ensemble des Andes du sud du Pérou, nous passerons en revue quelques techniques traditionnelles de lutte contre les risques, et les stratégies paysannes d'adaptation et de survie par dispersion des risques à tous les niveaux du système de production.

## **1. LES RISQUES CLIMATIQUES**

Situé, dans l'autre hémisphère, aux mêmes latitudes que les régions sahéliennes ou sub-sahéliennes d'Afrique, l'Altiplano péruvien « bénéficie » du même climat... transposé en haute altitude : alternance d'une longue saison sèche et d'une saison des pluies totalisant entre 400 et 800 mm sur 3 à 5 mois en moyenne ; des gelées nocturnes se produisent par temps clair.

Avec de fortes différences d'un lieu à l'autre, on peut ainsi distinguer trois périodes dans l'année :

---

\* Agronome INRA, Systèmes Agraires et Développement, ENSSAA, 26, boulevard du Docteur Petitjean, 21100 Dijon, France.

— le cœur de la saison sèche, mai à août : la sécheresse et, sauf dans certains microclimats, les gelées nocturnes sont une certitude.

— la saison des pluies, décembre à mars : si l'on considère les moyennes de températures et bilan hydrique, les conditions météorologiques sont favorables (en sol bien drainé). Mais d'une part la variabilité entre années est très forte, avec des risques de sécheresse et gelées à n'importe quelle date, et d'autre part le cycle végétatif de la plupart des plantes cultivées ne peut s'accomplir entièrement à l'intérieur de cette période, et doit donc déborder sur :

— les mois « intermédiaires », septembre à novembre ainsi qu'avril, pour lesquels la variabilité entre lieux et entre années est maximale avec donc un niveau très élevé d'incertitude. C'est sans doute à cette période que le décalage peut être le plus grand entre le risque évalué statistiquement sur données météorologiques et sa perception par l'agriculteur : nous nous limiterons cependant dans cette première partie à une brève revue de quelques méthodes de description des risques climatiques et de leurs résultats.

### 1.1. Descriptions fréquentielles des risques climatiques

Nous allons présenter ici très succinctement les résultats de trois méthodes qui permettent de décrire chacune un aspect des risques de gelées, pour vingt stations météorologiques de l'Altiplano du lac Titicaca, toutes situées dans la même tranche d'altitude entre 3 810 et 4 050 m, mais à des distances du lac et dans des situations topographiques très diverses (fig. 1).

Toutes les données utilisées dans ce paragraphe sont les températures les plus basses enregistrées sous abri par décade (période de 10 jours), par le Service National de Météorologie et Hydrologie du Pérou, et soigneusement vérifiées.

#### 1.1.1. RISQUE DE GEL À UNE DATE DÉTERMINÉE

Lorsque l'on s'intéresse à un stade particulier du développement d'une plante, par exemple à la floraison, il est utile de connaître les risques encourus à une date déterminée. Nous avons choisi de présenter ici, pour chaque décade, les températures en dessous desquelles on est « sûrs » de ne pas descendre plus d'une année sur cinq, si les fréquences observées dans le passé se répètent à l'avenir (c'est le sens du mot « probabilité » que nous emploierons par la suite par abus de langage). Les résultats sont réunis dans le tableau I où, pour plus de lisibilité, chaque température est représentée par un seul caractère, et d'où ressortent :

— l'importance des risques de gel en général

— les très grandes différences entre localités pourtant situées à des altitudes très voisines : le facteur déterminant semble être la distance du lac Titicaca (fig. 1), avec cependant des exceptions qui posent question : Progreso est aussi loin du lac qu'Avaviri ou Chuquibambilla : Azangaro l'est autant que Lampa et beaucoup plus que Juliaca... Pour plusieurs stations, le risque de gel n'est jamais nul dans l'année. Or, il y a des cultures à ces endroits, et lorsque l'année est favorable les potentiels sont très élevés, comme le suggèrent les 43 tonnes/ha de pommes de terre, obtenues en production commerciale (grandes parcelles) par l'agronome péruvien Mario TAPIA en 1984-85 à Avaviri.

Lorsque l'on fait varier, par exemple en prenant une année sur deux au lieu d'une année sur cinq (tabl. II), la fréquence avec laquelle on accepte le retour

du risque, le niveau de celui-ci (ici la rigueur du gel) diminue, en même temps qu'augmente la durée apparente de la période sans gelées. Mais, comme les données ont jusqu'à présent été traitées décade par décade, indépendamment les unes des autres, la durée réelle de la période libre de gelées doit être calculée directement.

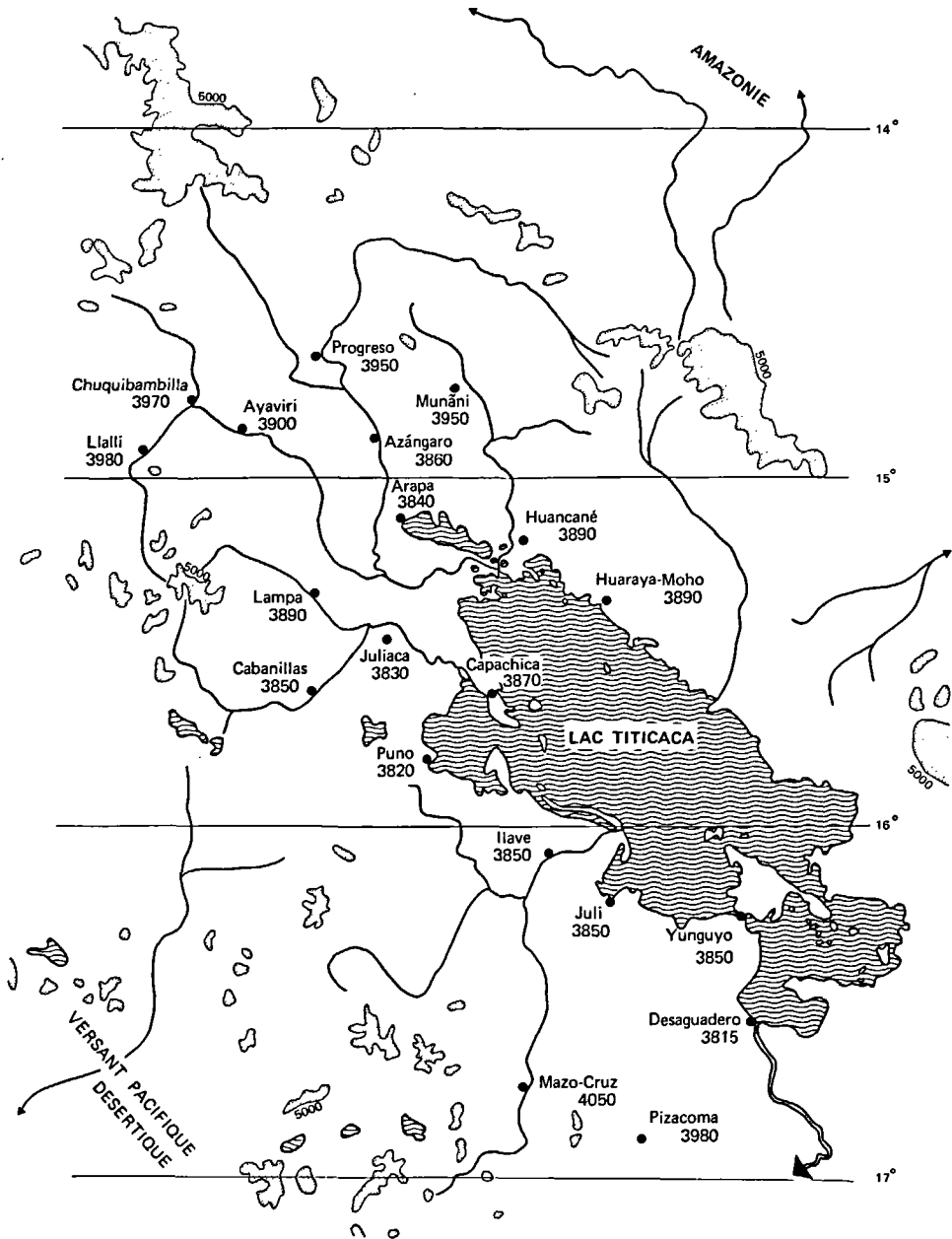


FIG. 1. — Carte de situation des stations météorologiques (§ 1)

TABLEAU I  
Risques de gelées à chaque décade de l'année. Températures en dessous desquelles on ne descend qu'1 année sur 5

	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN
ARAPA	4 4 4	4 4 3	2 2 1	2 1 1	1 0 0	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	0 0 1	2 2 3	4 4 4
AYAVIRI	C C C	C C B	B B A	A A A	4 3 2	2 0 2	0 0 +	0 + 1	0 + 1	3 4 A	A B B	B C C
AZANGARO	B B B	B B A	A A 3	4 1 1	1 0 +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	0 1 2	4 A A	A B B
CABANILLAS	A A A	A A A	A 3 2	2 1 1	1 0 +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	0 2 2	4 A A	A A A
CAPACHICA	4 4 4	4 4 3	2 1 1	2 2 1	1 0 0	0 + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ 0 1	2 2 3	3 4 4
CHUQUIBAMBILLA	C C C	C C C	B C B	B B B	B A A	4 3 0	0 0 0	0 0 1	1 1 1	A A A	B B C	C C C
DESAGUADERO	C C C	C B B	A A A	A 4 4	4 3 4	1 + 0	+ + +	+ + +	+ + +	1 2 4	B B B	B C C
HUANCANE	B B B	B B B	A A 4	4 3 2	2 1 0	0 + +	1 + 0	+ + +	0 + 0	1 3 4	A A A	B B B
HUARAYA -MOHO	4 3 4	3 2 2	1 1 0	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + 0	1 1 2	2 3 3
ILAVE	B B B	B B B	A A A	4 3 4	4 0 +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + 0	1 4 4	4 A B	B B B
JULI	A A A	4 4 3	2 2 2	1 1 0	0 + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ 0 1	3 3 4	4 4 4
JULIACA	C C C	C C C	B B A	A A A	A A 3	2 1 0	+ 0 0	+ + +	+ + +	1 0 2	4 A B	B B C
LAMPA	C B B	B B B	B B B	A A A	A A 4	3 1 1	0 + 0	+ 0 0	1 0 2	4 A A	B B B	B B B
LLALLI	C B C	C C B	B B B	B A A	A A A	3 2 1	0 + 0	1 0 1	3 2 3	4 A A	B B B	B B C
MAZO-CRUZ	C C C	C C C	C C C	C C C	C C C	C A 4	4 3 2	3 2 2	3 3 A	B B C	C C C	C C C
MUÑANI	A A A	A A A	4 3 2	3 2 0	3 0 0	0 + +	+ + +	+ + +	+ + +	0 2 3	4 A A	A A A
PIZACOMA	C C C	C C B	B B B	B B B	B A A	3 1 1	0 + 0	+ 2 0	0 0 2	4 A B	B C C	C C C
PROGRESO	A A A	4 4 3	2 1 1	1 0 0	0 + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	0 0 1	2 3 4	4 A A
PUNO	4 4 4	4 3 3	1 1 0	1 0 0	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + 1	1 2 3	3 4 4
YUNGUYO	A A A	A A 4	4 3 3	3 2 2	1 1 1	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	0 1 2	3 4 A	A A A

LEGENDE : Températures positives : + - 2,0 à - 2,9°C : 2 - 5,0 à - 7,9°C : A  
 0,0 à - 0,9°C : 0 - 3,0 à - 3,9°C : 3 - 8,0 à - 11,9°C : B  
 - 1,0 à - 1,9°C : 1 - 4,0 à - 4,9°C : 4 en dessous de - 12,0°C : C



TABLEAU II

Risques de gelées à chaque décade de l'année. Températures en dessous desquelles on descend 1 année sur 2

	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN
ARAPA	4 4 3	3 3 2	1 1 0	0 0 0	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + 0	1 2 2	3 3 4
AYAVIRI	C C C	C B B	A A A	4 4 3	3 2 1	0 + +	+ + +	+ + +	+ + +	0 2 4	A A B	B B C
AZANGARO	B B B	A A A	3 3 2	1 0 +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ 0 1	3 4 A	A A A
CABANILLAS	A A A	A A 4	2 2 1	0 0 0	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ 0 1	3 3 4	A A A
CAPACHICA	4 3 3	3 3 2	1 0 0	0 0 0	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ 0 1	1 2 3	4 4
CHUQUIBAMBILLA	C C C	C C B	B B B	B A A	B 3 3	3 1 +	+ + +	+ + 0	+ + 0	4 4 A	B B B	B C C
DESAGUADERO	B B B	B B A	A 4 4	4 4 3	3 2 2	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	0 1 3	A A A	B B B
HUANCANE	B B B	A A A	4 3 3	2 1 1	0 0 0	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	0 0 1	3 A A	A B B
HUARAYA	3 3 3	2 1 1	0 + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	0 0 1	2 3 3	
ILAVE	B B B	B A A	3 3 3	2 2 1	1 + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ 1 2	3 4 A	A A A
JULI	4 4 4	4 3 2	2 1 1	1 1 0	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ 0 1	1 3 3	4 4
JULIACA	C C B	C B B	A A 4	A 3 2	4 3 1	1 0 +	+ + +	+ + +	+ + 0	1 3 A	A A A	B B B
LAMPA	B B B	B B B	A A A	A A A	4 3 3	2 + +	+ + +	+ + +	+ 0 +	2 3 A	A A B	B B B
LLALLI	B B B	B B B	B B A	A A A	3 3 2	1 1 0	+ + 0	+ + 0	0 1 1	2 3 A	A A B	B B B
MAZO-CRUZ	C C C	C C C	C C C	C C C	B B B	B 4 3	1 1 0	0 + 0	3 2 3	A B B	C C C	C C C
MUÑANI	A A A	A A 4	2 2 1	1 0 +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ 0 1	3 4 4	A A A
PIZACOMA	C C B	B B B	B B A	A A A	A A 3	2 + +	+ + +	+ + +	+ + 1	2 4 A	B B B	B C C
PROGRESO	A A 4	4 3 2	1 1 0	0 0 +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ 0 1	2 3 4	4 A
PUNO	4 4 3	3 2 2	0 0 0	0 + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	0 1 2	2 4 4	
YUNGUYO	A A A	A A 3	3 3 2	2 0 0	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ 0 1	2 3 A	A A A

LEGENDE : Températures positives : +  
 0,0 à - 0,9°C : 0  
 - 1,0 à - 1,9°C : 1  
 - 2,0 à - 2,9°C : 2  
 - 3,0 à - 3,9°C : 3  
 - 4,0 à - 4,9°C : 4  
 - 5,0 à - 7,9°C : A  
 - 8,0 à - 11,9°C : B  
 en dessous de - 12,0°C : C

TABLEAU III

« Périodes libres de gelées ». Durée, en décades, des périodes pendant lesquelles les températures ne descendent pas en dessous d'un certain seuil ; les trois colonnes représentent les risques d'une année sur deux, une année sur cinq et le risque nul. L'année a 36 décades

SEUIL	0°			- 1°			- 2°			- 3°			- 4°			- 5°			- 8°			- 12°		
ARAFA	16	13	8	19	17	12	22	20	16	27	24	20	31	28	20	35	31	20	36	36	33	36	36	36
AYAVIRI	4	3	0	8	6	0	11	6	0	15	8	5	18	14	5	19	15	13	25	24	19	31	30	25
ANZANGARO	14	11	6	17	14	13	19	18	17	21	20	17	24	20	17	26	24	21	32	30	29	36	35	31
CABANILLAS	16	13	8	17	14	12	20	17	13	22	20	14	26	24	20	26	26	25	36	34	29	36	36	36
CAPACHICA	15	10	4	18	14	6	22	19	6	29	24	6	32	29	18	36	33	31	36	36	36	36	36	36
CHUQUI.	6	3	0	6	4	3	9	8	5	12	9	5	14	9	5	15	12	9	19	17	17	27	26	22
DESAGUA.	9	7	6	12	9	6	14	12	7	15	14	9	18	15	11	21	17	13	27	21	19	34	31	30
HUANCANE	9	5	0	13	7	4	15	11	7	17	14	13	22	19	15	24	21	20	31	27	22	36	36	31
HUARAYA	20	18	11	24	22	18	27	26	19	31	29	25	35	30	27	36	36	32	36	36	36	36	36	36
ILAVE	12	7	6	15	13	6	16	13	7	17	14	13	22	17	15	26	20	15	30	27	24	36	36	34
JULI	17	14	12	20	15	13	23	22	16	27	26	24	30	28	24	32	30	28	36	36	34	36	36	36
JULIACA	6	4	0	8	6	5	11	8	5	12	10	6	15	13	6	17	14	13	24	21	20	31	28	27
LAMPA	6	4	0	8	5	0	10	7	4	11	8	6	14	12	7	17	14	12	22	22	20	35	32	30
LLALLI	3	0	0	6	6	0	8	7	5	11	7	7	15	14	7	18	16	12	24	21	16	35	31	28
MAZO-CRUZ	0	0	0	3	0	0	4	0	0	6	3	0	8	6	4	9	6	5	11	8	6	14	14	13
MUNANI	12	9	9	18	13	11	18	13	11	21	16	12	25	21	16	27	21	18	36	33	31	36	36	36
PIZACOMA	5	3	0	7	5	4	8	6	6	10	8	6	13	9	7	14	11	10	20	17	11	29	27	26
PROGRESO	17	15	8	20	20	17	24	23	19	27	25	21	28	28	24	32	30	26	36	36	34	36	36	36
PUNO	18	15	12	22	20	18	25	22	21	28	26	23	32	30	27	36	35	31	36	36	36	36	36	36
YUNGUYO	14	10	6	17	13	7	20	18	7	23	20	10	26	21	10	27	27	20	36	32	29	36	36	35

### 1.1.2. DURÉE DE LA PÉRIODE LIBRE DE GELÉES

Lorsque l'on veut savoir de combien de temps disposera une culture pour accomplir son cycle végétatif, on s'intéresse à la période libre de gelées. Nous avons ainsi d'abord déterminé pour chaque année la durée (en décades) de la plus longue période pendant laquelle la température ne descend pas en dessous de certains seuils, et ensuite sur l'ensemble des années disponibles les durées correspondant à des risques d'une année sur deux, une année sur cinq, ainsi qu'au risque nul : les résultats sont reportés sur le tableau III où l'on peut constater que la classification des stations n'est pas stable lorsque le niveau du risque change.

Mais cette connaissance de la seule Durée des périodes libres de gelées est insuffisante pour l'agriculteur, qui doit en connaître les Dates pour « placer » dans l'année le cycle des cultures grâce au choix des dates de semis : l'incertitude sur ces dates entraîne pour les agriculteurs l'échelonnement des semis pour faire face aux différents cas possibles (cf. p. 214).

Nous aurons recours pour cela à une troisième méthode :

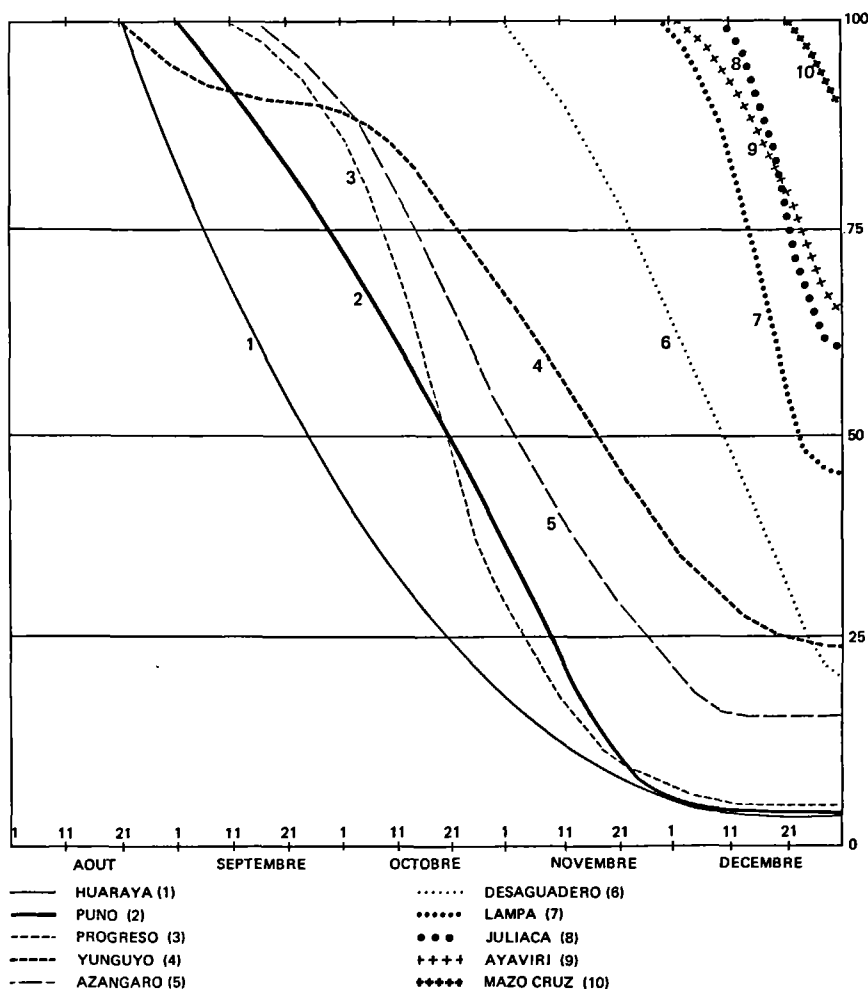


FIG. 2. — Fréquences des gelées entre une date quelconque et le 31 janvier (seuil 0° C)

1.1.3. ÉVOLUTION DES « PROBABILITÉS » DE GEL EN DÉBUT ET EN FIN DE SAISON (MÉTHODE INSPIRÉE DE CELLE DE FRANQUIN, 1973)

Ici de nouveau nous fixons des seuils de température, et nous déterminons la « probabilité » (fréquence) que la température descende en dessous de ce seuil :

— en début de saison (fig. 2), entre chaque décade et une date limite fixe, ici le 31 janvier ;

— en fin de saison (fig. 3), entre une date fixe, ici le 1<sup>er</sup> janvier, et chaque décade.

(La nécessité du choix d'une date-limite fixe vient de ce que, pour certaines stations, le risque de gel n'est jamais nul dans l'année).

Sur les figures 2 et 3 les résultats sont présentés sous forme graphique, après lissage des courbes, pour le seuil de 0° C ; les graphiques correspondant au seuil -2° C ont été publiés par ailleurs (MORLON, 1978).

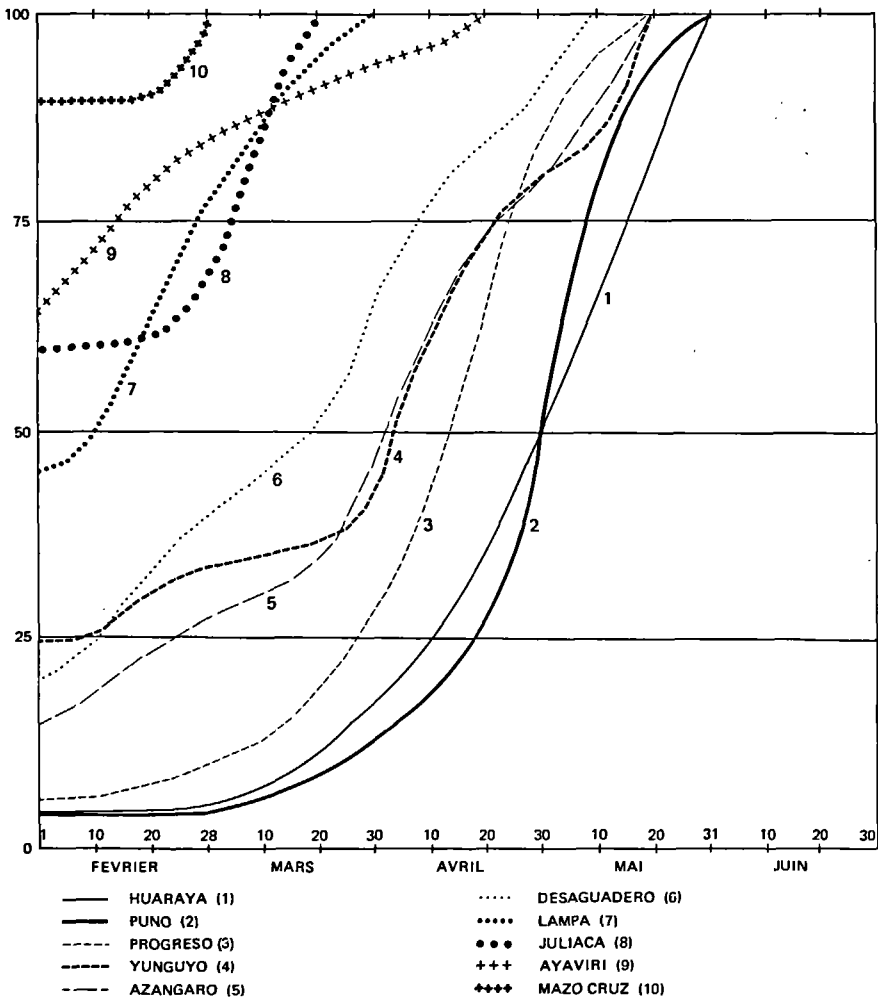


FIG. 3. — Fréquences des gelées entre le 1<sup>er</sup> janvier et chaque décade (seuil 0° C)

### 1.1.4. LE RISQUE DE SÉCHERESSE PENDANT LES PÉRIODES LIBRES DE GELÉES

Même si la sécheresse et les gelées sont étroitement liées (il gèle parce que l'air est sec et le ciel dégagé), la première correspond à une situation météorologique générale sur la région (« synoptique »), alors que le niveau des secondes est modulé par des microclimats locaux, dus à la proximité du lac Titicaca ou à la topographie.

Le délai entre la disparition (ou l'apparition) des gelées et celle de la sécheresse au cours de la saison, varie donc selon les endroits, et par conséquent, les localités les plus favorisées du point de vue des gelées sont celles où les déficits hydriques sont les plus importants et prolongés : c'est ce qui apparaît sur le tableau IV (issu d'un travail plus ancien (MORLON, 1976), le pas de temps y est le mois entier, et la « période libre de gelées » y est définie comme les mois pendant lesquels le minimum le plus bas est supérieur à  $-5^{\circ}\text{C}$  et la moyenne des minima supérieure à  $0^{\circ}\text{C}$ ).

Les quatre méthodes que nous avons présentées illustrent différentes approches possibles pour la description des risques climatiques. Cette description peut suffire pour comprendre les stratégies paysannes de survie ou d'adaptation aux risques (cf. p. 213) ; mais nous avons besoin de connaître également les mécanismes en cause pour étudier les techniques traditionnelles de lutte contre le risque de gel (cf. p. 201).

## 1.2. Les mécanismes en cause dans le risque de destruction des plantes par le gel

### 1.2.1. LE BILAN DE RAYONNEMENT

Contrairement à ce qui est généralement affirmé dans la littérature climatologique sur la région, y compris les « ouvrages de référence » (ONERN-CORPUNO, 1965, p. 176) les gelées en saison des cultures sur l'Altiplano du lac Titicaca ne sont pas causées par les « invasions d'air polaire »<sup>1</sup>, contre lesquelles la seule méthode efficace de lutte serait la construction de coûteuses serres à toit de verre, mais exclusivement par le bilan de rayonnement négatif, la nuit par ciel clair (MUNOZ et SANCHEZ, 1974).

Cela est démontré, entre autres, par l'absence de gelée lorsque le ciel est complètement couvert, et par l'étroite relation dans l'espace et dans le temps entre températures minimales (gelées) et tension de vapeur d'eau dans l'atmosphère (MORLON, 1979, annexe 1), qui explique les différences signalées précédemment entre stations situées à une même distance du lac Titicaca, mais dont les unes sont plus proches du versant amazonien, et les autres du versant pacifique désertique. Or il est possible de réduire ce type de risque soit en agissant directement sur le bilan de rayonnement, soit en jouant sur les gradients de températures qui en sont la conséquence.

#### *L'effet d'abri*

Le refroidissement nocturne est produit par la surface du sol qui perd de l'énergie par rayonnement vers l'espace. Si une partie de ce rayonnement est absorbée par un corps quelconque qui, à son tour, émet du rayonnement vers le sol, le bilan global est moins négatif et le refroidissement est moindre. Un tel corps peut être de l'eau dans l'atmosphère (nuages, brouillard,...) ou tout autre objet qui réduise l'angle dans lequel le rayonnement est définitivement perdu vers l'espace : montagnes, maisons, arbres (fig. 4).

TABLEAU IV

Déficits hydriques pendant les périodes libres de gelées. Le risque pris en compte ici est d'une année sur cinq (ou 2 années sur 10) ; les parties hachurées correspondent aux mois où le risque de gel est supérieur à ce seuil

MOIS STATION	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN
CHUQUIBAMBILLA							0	0	0			
LAMPA						25	0	0	0			
LLALLI						0	0	0	0			
AYAVIRI					65	5	0	0	0			
AZANGARO				95	70	65	0	0	5 0	60 50		
PROGRESO			80	75	85	45	30	0	15 0	60 35	75 75	
PUNO			115	110	105	55	0	0	0	45 30	90 55	

Les nombres indiqués sont : - en début de saison, les déficits hydriques ETP-P (en mm) (4<sup>e</sup> quintile)  
 - en période d'assèchement, ETP-(P+RU) avec RU=50mm (1<sup>è</sup> ligne)  
 - et RU = 100mm (2<sup>e</sup> ligne) (4<sup>e</sup> quintile également)

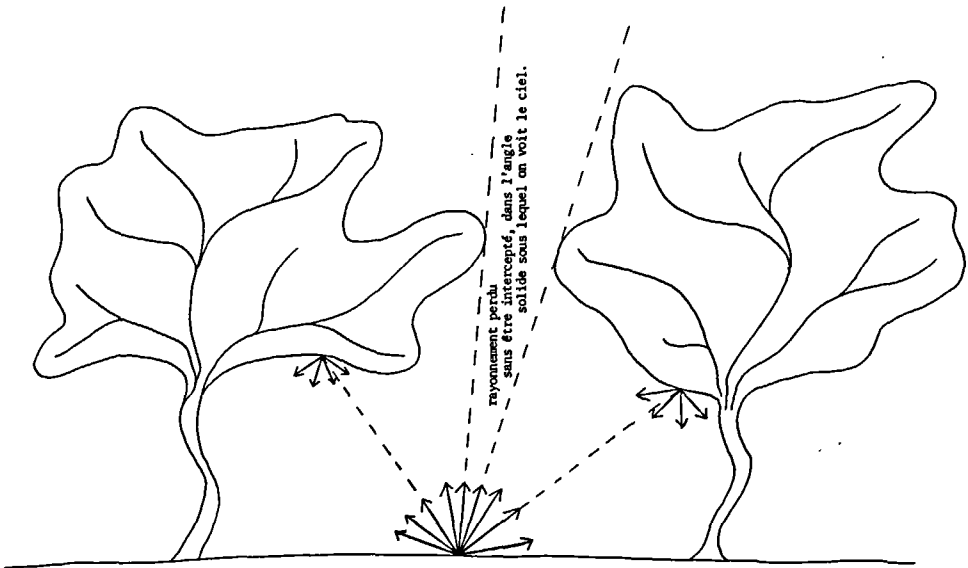


FIG. 4. — Réduction des pertes par rayonnement nocturne dans un « bocage »

### *Le flux de chaleur du sol*

La perte d'énergie de la surface du sol est contrebalancée par des flux de chaleur depuis la profondeur du sol, qui proviennent en partie du rayonnement solaire emmagasiné le jour, et en partie de la chaleur interne du globe terrestre. L'importance de ces flux est contrôlée par la conductivité thermique des couches superficielles du sol, elle-même dépendante de l'humidité du sol, de son degré de tassement ou d'aération, et de la couverture végétale.

#### 1.2.2. LES GRADIENTS DE TEMPÉRATURE ET LE DRAINAGE DE L'AIR FROID

Le lieu de « production » du gel est la surface du sol (ou de la végétation), et c'est elle qui, par contact, refroidit l'air. Or l'air froid est plus dense et reste donc au contact du sol à moins qu'il ne puisse s'évacuer (drainer) vers des lieux plus bas :

— sur une surface horizontale, la température est d'autant plus froide qu'on est près du sol, et que la surface de celui-ci est isolante (« mulch » ou gazon) (fig. 5). Nous en avons illustré les conséquences sur le risque de gel pour la station de Puno (tabl. V et fig. 6) où les différences entre indices actinothermiques mesurent le gradient de température au-dessus du sol, alors que la différence entre température sans abri et indice actinothermique à la même hauteur est due à l'effet d'abri (cf. ci-dessus).

— lorsqu'il y a du relief, les gelées sont beaucoup plus fréquentes et intenses dans la plaine que sur les pentes au-dessus : c'est le phénomène de « ceinture thermique » qui est une des causes de cette situation paradoxale où les cultures sont localisées sur des pentes érodées, alors que les sols riches et profonds de la plaine sont laissés en prairie.

L'autre cause est la suivante : pour les raisons exposées plus loin (cf. p. 220), les grandes propriétés (latifundia) ont choisi des systèmes de

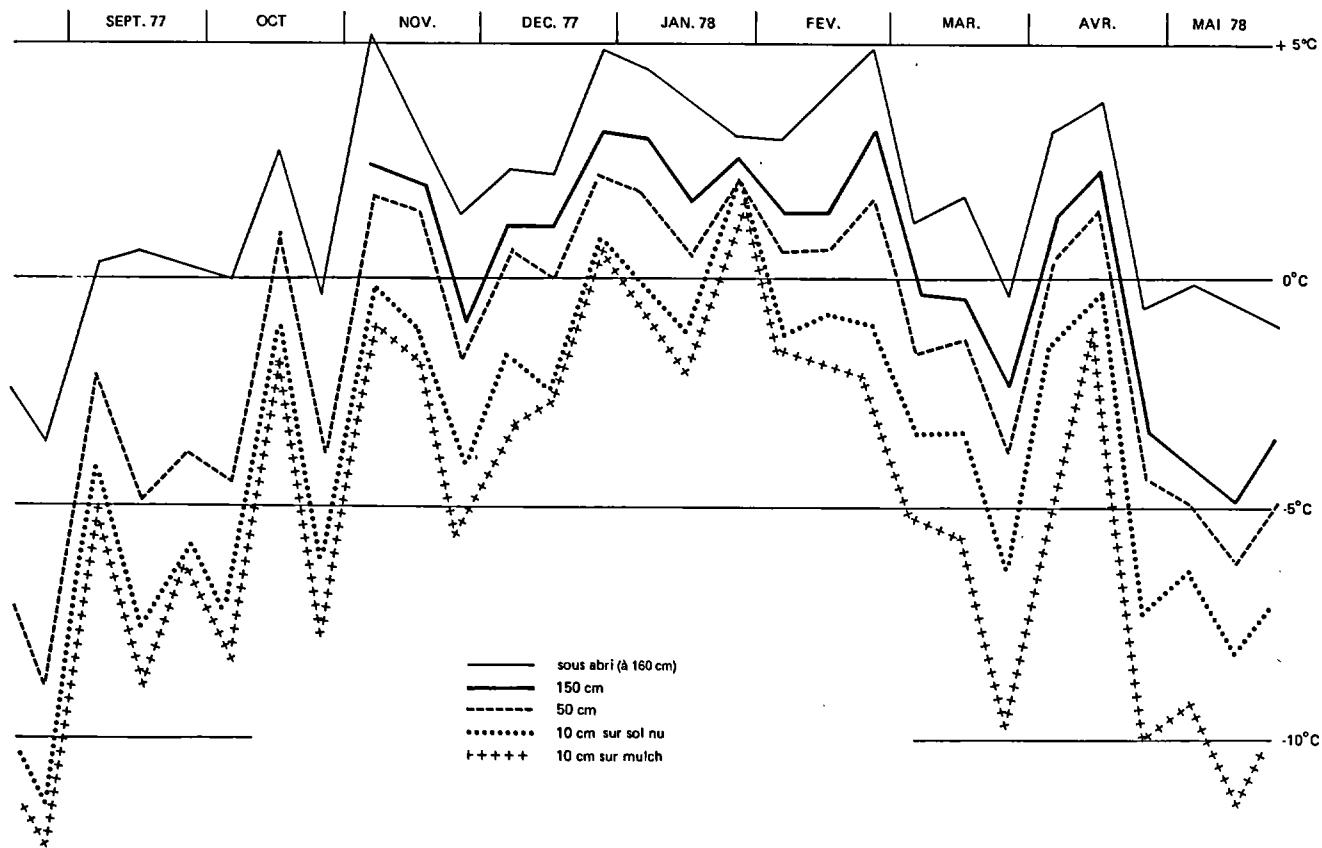


FIG. 5. — Températures minimales à différentes hauteurs au dessus du sol (sauf la température sous abri, il s'agit d'indices actinothermiques) Puno, 1977-78. Les différences entre indices actinothermiques (thermomètres de verre placés horizontalement à l'air libre) mesurent le gradient de températures au-dessus de la surface du sol ; la différence entre température sous abri et indice actinothermique à la même hauteur est due à l'abri qui ne laisse passer que l'air mais pas le rayonnement



**TABLEAU V**  
Risques de gel à différentes hauteurs au-dessus du sol (Puno) (même légende que les tableaux I et II)

	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	
sous abri	4 4 4	4 3 3	1 1 0	1 0 0	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	1 1 2	3 3 4	4
50 cm	B B B	B A A	4 4 4	4 3 4	3 3 2	1 0 +	+ + 0	+ 0 +	+ 0 3	4 4 4	A A A	A A B	B B
10 cm, sol nu	C C B	B B B	A A A	A A A	A A 4	3 2 2	0 0 1	0 2 0	1 1 3	A A A	A B B	B B B	B B
10 cm avec mulch	C C C	C C B	B B B	B A A	A A A	3 2 3	0 0 1	1 1 1	+ 1 2	3 A A	B B B	B B C	C C
10 cm avec gazon	C C C	C C B	B B A	B A A	A A A	4 3 3	2 0 1	1 2 0	1 2 4	A A B	B B C	C C C	C C
<hr/>													
sous abri	4 4 3	3 2 2	0 0 0	0 + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	0 1 2	2 2 4	4
50 cm	B B B	B A 4	4 3 3	3 3 1	1 1 1	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	0 3 3	3 4 A	A A A	A A
10 cm, sol nu	B B B	B B A	A A A	A A 4	4 3 3	2 0 +	+ + +	+ + +	+ + +	1 3 4	A A A	B B B	B B
10 cm avec mulch	C C B	B B B	A A A	A A 4	A 4 3	2 0 +	+ + +	+ + +	+ + +	2 3 A	A A B	B B B	C B
10 cm avec gazon	C C B	C B B	A A A	A A A	A A 4	3 1 +	+ 0 +	0 0 +	+ 0 2	4 A A	B B B	B B C	C C

A — Températures en dessous desquelles on ne descend qu'une année sur cinq

B — Températures en dessous desquelles on descend 1 année sur 2

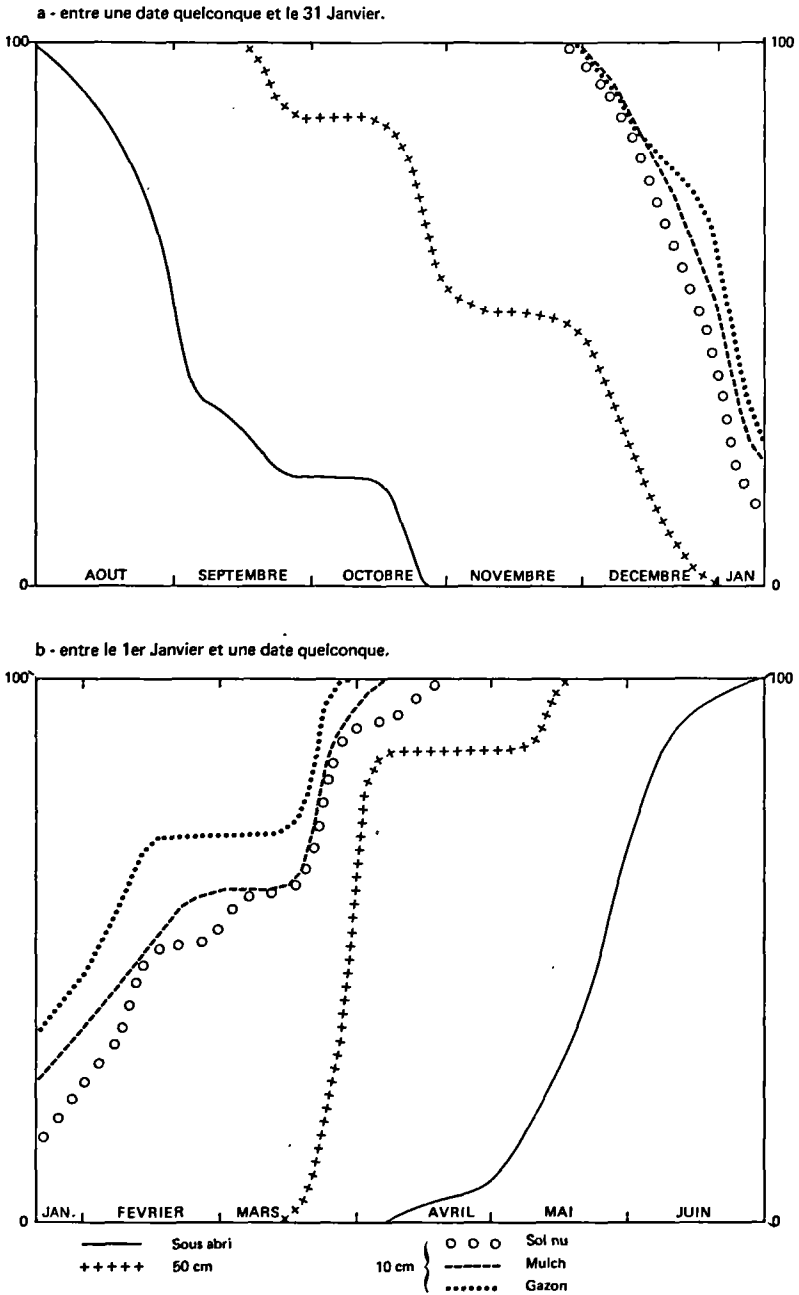


FIG. 6. — Fréquences de gel à différentes hauteurs au dessus du sol. Puno, seuil  $-2^{\circ}\text{C}$

production à base d'élevage en général extensif, et se sont donc réservés les plaines, qui contiennent les terrains les plus favorables pour cette production.

### 1.2.3. EFFET DU GEL SUR LES PLANTES

Dans une atmosphère très sèche (la tension de vapeur d'eau varie entre 1,5 et 8 mb), la répétition de l'alternance entre les gelées nocturnes, qui pompent l'eau hors des cellules, et l'intense rayonnement solaire diurne (32 MJ/m<sup>2</sup> pour un jour clair en saison des cultures, avec des maxima de 1 200 à 1 300 W/m<sup>2</sup>), fait que le principal effet du gel sur les plantes cultivées est une déshydratation, beaucoup plus qu'une destruction mécanique par les cristaux de glace (petits, car la durée du gel est réduite, et probablement formés en dehors des cellules) : ces mêmes conditions sont utilisées par les paysans pour déshydrater les tubercules (fabrication du « chuño » à partir des pommes de terre). Cela explique les effets bénéfiques, fréquemment observés :

— de l'ombre lors du lever du soleil, qui réduit la déshydratation : ombres d'arbres, murs, bâtiments... ou bien versants ouest où, autrefois, les cultures montaient plus haut que sur les versants est :

« *L'exposition à l'ouest est considérée préférable à celle de l'est, car la brutale variation thermique causée par l'intense rayonnement solaire le matin peut produire des dégâts considérables sur les plantes gelées* » (WINTERHALDER et THOMAS, 1978 : 68).

— d'un système racinaire sain et profond, atteignant des couches de sol humide, qui permet à la plante de récupérer l'eau perdue. Au contraire, les plantes dont les racines sont trop superficielles, ou ont été asphyxiées par l'excès d'eau, meurent au premier gel.

### 1.2.4. CONCLUSION

Les mécanismes que nous avons brièvement décrits, sont tels que l'homme peut réduire les risques de dégâts sur les plantes, en aménageant le milieu et/ou en favorisant un *enracinement profond des cultures* : cela fait des siècles que les paysans des Andes ont aménagé le milieu pour assurer leurs récoltes, et nous allons passer en revue les techniques qu'ils emploient, en élargissant le cadre géographique de notre étude à l'ensemble des Andes du sud du Pérou.

## 2. TECHNIQUES TRADITIONNELLES DE RÉDUCTION DES RISQUES NATURELS

Nous présenterons ici quelques exemples de réduction directe du niveau d'un facteur naturel (climatique ou biologique) ou de son action destructrice sur une plante déterminée, en ne traitant que des techniques « traditionnelles », à l'exclusion de celles qui utilisent des intrants industriels dont le coût risque fort de n'être pas remboursé à la récolte (voir page 219 et suivantes).

### 2.1. Aménagements du milieu

Nous englobons sous ce terme les modifications permanentes et indépendantes des espèces cultivées, touchant en général la géométrie de la surface du terrain, qui permettent d'influencer les flux d'énergie et d'eau ou les déplacements d'animaux afin de limiter les dégâts sur les cultures. Nous ne les

présenterons pas ici par type de risque, car chaque aménagement a des effets multiples et doit être décrit en tant que tel.

Le lecteur intéressé trouvera des illustrations et des explications plus détaillées concernant ces aménagements, dans les publications de DONKIN (1979); MORLON (1979, 1981 a et b, 1986); MORLON *et al.* (1982); SMITH *et al.* (1968 et 1981); VERGARAY LARA (1949).

### 2.1.1. LES INFRASTRUCTURES D'IRRIGATION, SYSTÉMATIQUEMENT DÉVELOPPÉES PAR LES CIVILISATIONS PRÉCOLOMBIENNES SONT PRESQUE TOUJOURS ASSOCIÉES AUX AUTRES AMÉNAGEMENTS DÉCRITS CI-DESSOUS

L'irrigation elle-même entre plutôt dans la catégorie des méthodes « actives » (voir ci-dessous). Nous rappellerons seulement que, si la théorie exposée page 201 est exacte, l'irrigation permet aussi de réduire les dégâts du gel en rendant possible, à partir de l'humidité de couches profondes du sol, la « récupération » des plantes après la déshydratation au lever du soleil. Et un de ses rôles les plus importants peut être, autant que l'apport d'eau aux cultures en place, la possibilité de labourer et semer en temps voulu (cf. BOURLIAUD *et al.*, 1986).

### 2.1.2. ARBRES ET MURS : LE BOCAGE OU « CAMPIÑA »

« Ainsi on a pu obtenir (sur l'Altiplano de Puno) de bonnes récoltes de navets fourragers « Aberdeen », choux de Bruxelles, choux-fleurs de belles dimensions, laitues, oignons et maïs de bonne qualité, tout cela sur des terrains abrités, entourés de murs et si possible d'arbres, par exemple les « qollis » (*Buddleia spp.*) qui font de l'abri aux champs » (ROMERO, 1928 : 417).

Des bocages, combinant en général arbres et murs, ont été constitués jusqu'à nos jours sur toute l'étendue altitudinale des cultures, du niveau de la mer à plus de 4 000 mètres d'altitude. Moins spectaculaires à première vue, et donc moins souvent décrits, que les ensembles de terrasses (auxquels ils peuvent être associés), ils modifient très profondément le microclimat au moins en ce qui concerne les risques de sécheresse et de gelée, en réduisant :

— de nuit, les pertes radiatives d'énergie (fig. 4), et ce d'autant plus qu'est petit l'angle sous lequel on voit le ciel : la disposition idéale des arbres est donc une répartition régulière sur tout le terrain, et pas seulement en haies autour des parcelles. Il s'agit bien à nos yeux d'un effet d'abri, plus que de l'emmagasinement diurne de chaleur par les pierres des murs qui la restitueraient la nuit : nous savons en effet (CHOISNEL, 1986), que les obstacles vus sous un angle inférieur à 15° au-dessus de l'horizontale ne modifient pas les pertes de rayonnement, et les murs n'ont donc un effet que très localisé.

— de jour, l'excès de rayonnement solaire et ses conséquences : déficit hydrique, durée pendant laquelle la photosynthèse est réduite par la fermeture des stomates (BROCHET et GERBIER, 1975), et risques de destruction des plantes par déshydratation à la suite ou non d'une gelée nocturne. Nous parlons d'excès, car sur l'Altiplano le rayonnement solaire, qui est presque tous les jours de l'année supérieur à 20 MJ/m<sup>2</sup>/jour, n'est probablement presque jamais limitant par défaut : contrairement à nos régions, et sauf cas extrêmes (peuplement dense de cyprès), nous n'avons jamais observé d'effet dépressif de l'ombrage lui-même (il peut y avoir par contre, et selon les conditions, concurrence, au niveau des racines, pour l'alimentation hydrique et minérale).

Nous ne disposons pas actuellement de mesures climatiques permettant de comparer par exemple l'intensité des gelées sous et hors bocage, mais seulement d'observations qualitatives, très convaincantes, sur la végétation (photos 1 et 2).

Le bocage protège également contre les arrivées latérales d'air sec, et les murs contre les dégâts d'animaux domestiques ou sauvages. Ces murs, que l'on peut trouver seuls ou associés aux arbres, sont toujours ajourés (construits par le simple empilement de pierres posées en équilibre les unes sur les autres — voir photos 3 et 4), au-dessus d'une limite altitudinale qui correspond très bien à celle des gelées en saison des cultures : ces murs ajourés, donc perméables, laissent s'écouler vers le bas l'air froid au lieu de le retenir en « lacs » comme le feraient les murs pleins que l'on trouve aux altitudes plus basses.

### 2.1.3. TERRASSES (photos 5 et 6)

Les aménagements des versants en terrasses, réalisés dans les Andes Centrales (Pérou, Bolivie) par différentes civilisations précolombiennes, sont considérés comme les plus élaborés de tout le continent américain. Le profil de sol, lorsqu'il est totalement artificiel (cf. RAMOS, 1984 ; MORLON, 1984), permet à la fois :

- d'évacuer, avec le moins d'érosion possible, toute l'eau en excès, par drainage au travers des pierres, graviers et sables disposés au fond (photo 7) ;
- d'avoir une réserve utile élevée, grâce à la profondeur du sol et au choix des textures des différentes couches et de leur succession.

De plus l'enterrassement est une condition pratiquement indispensable pour irriguer des pentes sans érosion.

Plusieurs hypothèses ont été envisagées en ce qui concerne le rôle éventuel des terrasses dans la réduction des gelées ou de leurs effets, par rapport à une pente sans terrasse :

- modification des écoulements nocturnes d'air froid, avec mélange entre couches de différentes températures ;
- réduction des pertes radiatives grâce aux murs de soutènement, ainsi qu'aux lignes d'arbustes dont la plantation était probablement générale au bord de la terrasse ;
- grâce à la réserve utile plus élevée, meilleure récupération des plantes de la déshydratation causée par le gel.

Ici encore, nous ne disposons que d'observations qualitatives : « *Ainsi on peut admirer sur tout l'Altiplano l'existence des terrasses, taillées dans les montagnes, où les cultures fructifient à l'abri des rochers ou de l'inclinaison des versants* » (ROMERO, 1928 : 405). Les seules observations météorologiques réalisées à notre connaissance (GRACE, 1985), ne comparent pas des versants avec et sans terrasses, mais différentes positions et orientations sur deux versants en terrasses.

### 2.1.4. PLANCHES ET ADOS (photos 8 et 9)

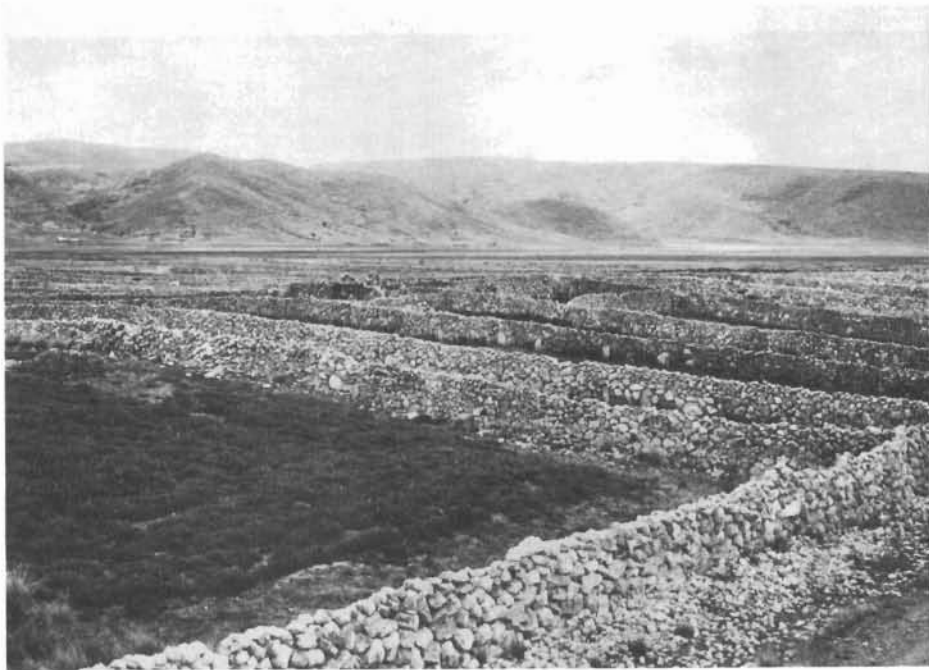
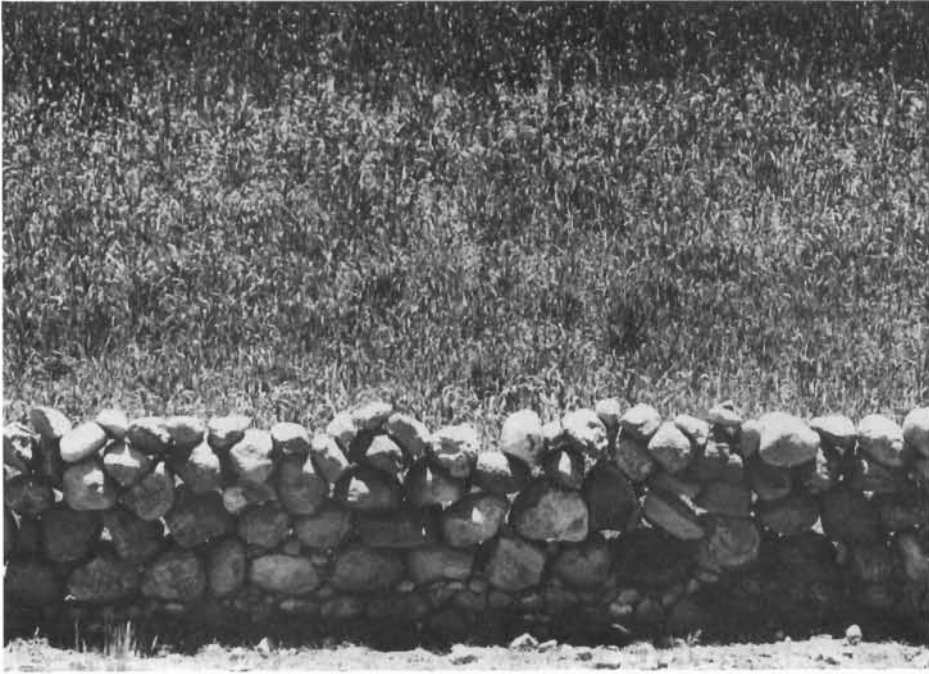
Des restes d'ados précolombiens, dont les plus anciens datent d'il y a trois mille ans (ERICKSON, 1985) couvrent 80 000 ha sur l'Altiplano du lac Titicaca. Seuls quelques uns d'entre eux étaient encore cultivés, jusqu'aux travaux de



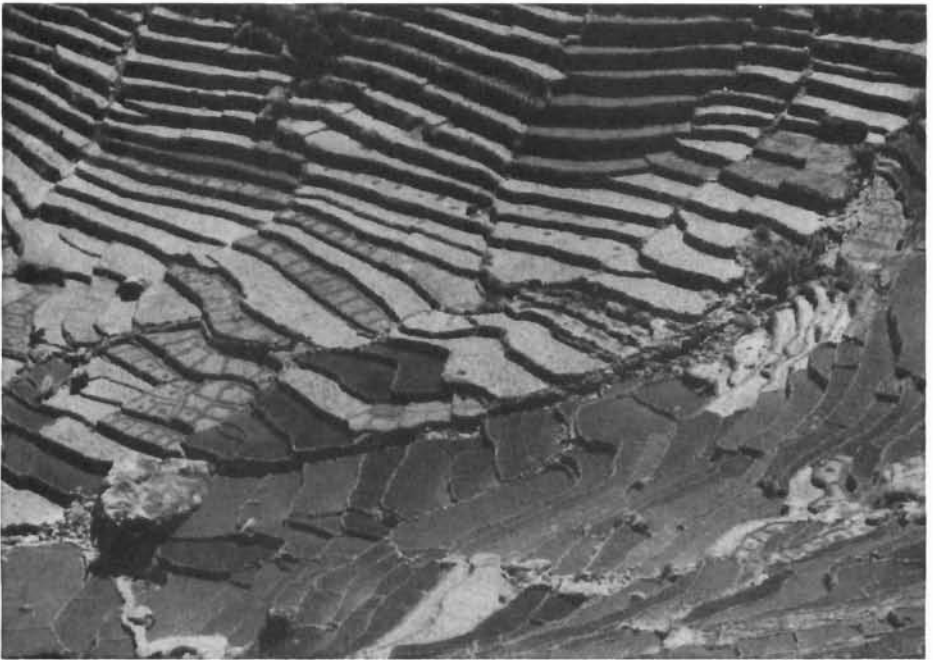
PHOTOS 1 et 2. — Microclimat créé par un « bocage » dense avec arbres et murs (Cala-Cala, 4 100 m. d'altitude)



*Toutes les photographies  
sont de l'auteur*



PHOTOS 3 et 4. — Murs perméables laissant s'écouler l'air froid lors des gelées nocturnes (altitude 3 830 m., région du lac Titicaca)



PHOTOS 5 et 6. — Versant aménagé en terrasses (Laraos, vallée du Cañete, altitudes 3 200 à 3 500 m.)





PHOTOS 7. — Érosion en l'absence de terrasse. (Champ de maïs dans la région d'Andahuaylas, alt. 3 400 m.)

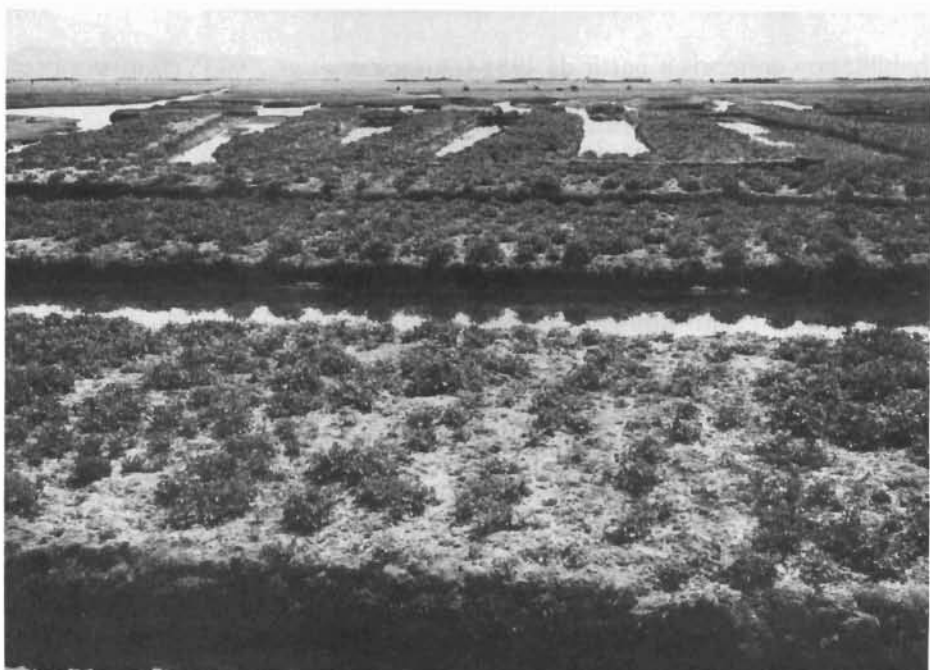
réhabilitation entrepris à partir de 1981 (ERICKSON *et al.*, 1985 ; GARAYCOCHEA, 1985).

Dans un article magistral, SMITH *et al.*, (1968) ont, il y a presque vingt ans, à la fois révélé l'existence de ces restes, passés jusque là inaperçus, et posé l'essentiel des questions quant au rôle et à l'utilisation de ces ados, ainsi qu'à leur époque de construction et d'abandon : situés autour du lac Titicaca ou de quelques autres plus petits, dans une plaine alluviale où en raison des pluies le niveau de la nappe phréatique remonte, suivant les lieux et les années, très près, voire au-dessus de la surface du sol, leur rôle premier était sans doute de pouvoir cultiver suffisamment au-dessus du niveau pouvant être atteint par l'eau : avant l'introduction par les Espagnols de l'orge et de l'avoine, les espèces cultivées à cette altitude sont toutes (sauf une, moyennement tolérante, la « cañihua » — *Chenopodium pallidicaule*) extrêmement sensibles à l'excès d'eau : tubercules dont la pomme de terre, quinoa (*Chenopodium quinoa*) et, dans les lieux les moins gélifs, lupin changeant.

Différentes dispositions des groupes d'ados permettent également de penser à d'autres rôles : évacuation de l'eau dans certains cas, mais beaucoup plus souvent rétention dans les canaux d'eau qui permettait, entre autres :

— l'alimentation hydrique des cultures lors d'épisodes secs, et la réduction de l'évapotranspiration potentielle (ETP) au niveau des plantes cultivées grâce à l'évaporation de l'eau des canaux ;

— un effet thermorégulateur (à notre avis très discutable à cause de l'intense évaporation) : l'eau absorbant la chaleur le jour et la restituant la nuit entraînerait une réduction du risque des gelées.



PHOTOS 8 et 9. — Planches précolombiennes, récemment réhabilitées sur l'Altiplano (Huatta, altitude 3 812 m.)

Cette réduction, dont des mesures micrométéorologiques et des comparaisons entre parcelles cultivées semblent confirmer l'existence (RAMOS, 1986 ; GRACE, 1985), peut être expliquée par d'autres mécanismes :

— drainage de l'air froid, ou plus exactement localisation des plantes cultivées à une hauteur où l'air est moins froid ;

— peut-être mélange des couches d'air de différentes températures lorsqu'il y a du vent ;

— moindre perte de rayonnement dans les canaux (le ciel étant vu sous un angle moindre), mais cela n'est le cas que lorsque ces canaux sont suffisamment étroits par rapport à leur profondeur qui, dans les ados reconstruits récemment, est de 80 cm.

— et, également meilleure récupération des cultures après une déshydratation par le gel, en contraste avec la « pampa » non aménagée, où celles des plantes qui ont souffert d'excès d'eau sont les premières à mourir aux premières gelées.

## 2.2. Caractéristiques morphologiques ou spatiales des plantes ou de l'ensemble de la végétation

La sélection de certains types morphologiques, et leur position relative dans les cultures associées, permettent de réduire les risques de destruction de ceux des organes végétaux consommés par l'homme.

### 2.2.1. RISQUES CLIMATIQUES

Les différences de températures minimales, parfois importantes (fig. 5 et 6, tabl. V), entre sol nu et gazon ou mulch, amènent à se demander s'il ne faut pas changer la proposition classique « c'est à cause des gelées qu'on ne peut faire que de l'élevage (sous entendu : extensif comme le fait le latifundio) » en : « c'est parce que le terrain est couvert de prairies que les gelées sont (plus) fortes ».

Lors des gelées radiatives très brèves, les températures négatives ne pénètrent pas dans le sol : c'est sans doute une des raisons de l'importance des tubercules dans l'agriculture de haute altitude : en effet, à partir du début de la tubérisation, on est toujours assuré de récolter quelque chose, en cas de gelée comme de grêle.

En début de végétation, les plants de pomme de terre issus de semences de grandes dimensions résistent mieux aux gelées (réserve d'eau dans le tubercule ? Système racinaire développé plus vite ?).

Nous avons rencontré des paysans qui préféreraient continuer à cultiver en terrain limoneux compactable et battant, des parcelles épuisées et au taux de matière organique très faible, plutôt que de retourner des prairies permanentes voisines, au sol beaucoup plus riche, à cause de risques de gel beaucoup plus important (dans une situation topographique identique). En effet, le retournement de ces prairies envahies de grosses touffes de graminées siliceuses (des genres *Stipa* et *Festuca*), donne un sol « creux » et isolant qui empêche les flux de chaleur depuis la profondeur.

C'est pour éviter cela que d'autres paysans, plus nombreux, brûlent la prairie avant de la retourner.

Une adaptation du type de labour à l'incertitude du climat est décrite par LESCANO (1979) : « ... les plus vieux et experts se réunissent (...) pour décider de quelle façon réaliser le travail pour une bonne production, en fonction des

*pronostics du climat pour la campagne : pour les années pluvieuses la « chaapa », billons élevés et alignés dans le sens de la plus grande pente (fig. 7) ; pour une année sèche la « lluja » sans billons comme avec un tracteur, dans ce cas la femme retourne les mottes d'un seul côté». (Il s'agit du labour à la « chaquitacla », voir BOURLIAUD et al., 1986). « De même sur une pente : pour une année sèche des sillons obliques « secquen » pour retenir l'eau ; pour une année pluvieuse, des sillons « checcan » dans le sens de la pente. Quand le pronostic est incertain, des sillons « kinray » obliques dans les deux sens, avec au centre dans le sens de la pente un canal que l'on peut fermer ou ouvrir. Dans la « pampa », pour une année sèche existe la modalité appelée « simppa » en forme de damier, pour mieux profiter de l'eau de pluie ».*

Dans le cas de toutes petites parcelles, de couverts végétaux peu denses (fréquents à cause des facteurs limitants nutritionnels) ou de cultures associées, l'existence d'un très fort gradient de température depuis la surface du sol a une conséquence immédiate : un organe végétal a, toutes choses égales par ailleurs, d'autant moins de risques d'être détruit par le gel qu'il est situé plus haut dans ce gradient. Cette relation, que nous avons vérifiée statistiquement sur plusieurs expérimentations d'orge (MORLON, 1979), montre tout l'intérêt des variétés hautes (au contraire de ce qui est actuellement recherché dans nos

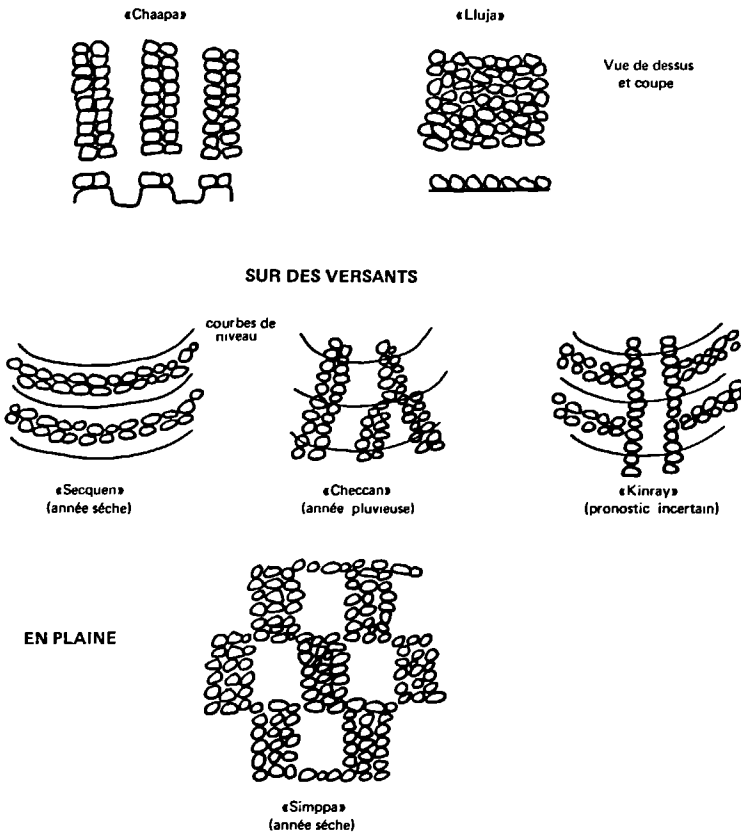


FIG. 7. — Types de labours (billons) suivant la topographie et le pronostic climatique (LESCANO, 1978)

régions), pour toutes les espèces dont on consomme les graines : céréales et légumineuses, et ce d'autant plus que lorsque, malgré tout, les épis ou inflorescences sont détruits par le gel, une variété haute laisse beaucoup plus de fourrage pour les animaux. Par contre, dans le cas d'un couvert végétal homogène et dense, le niveau le plus froid est le haut de ce couvert... ce qui peut accroître le risque de dégâts du gel, par rapport à d'autres types de couverts.

Les cultures associées ont, entre autres, pour effet de multiplier les surfaces d'échanges donc de réduire la demande évaporatrice de l'air au niveau de chaque espèce (BROCHET et GERBIER, 1975). Ainsi les paysans laissent parfois se développer les « mauvaises » herbes en début de saison, pour les récolter comme fourrage lorsque la compétition avec les espèces cultivées se fait sentir (MORLON, 1981 b). Par ailleurs, les espèces hautes abritent les espèces basses, réduisant les pertes radiatives pour ces dernières : « dans le Nord du Pérou et d'autres lieux, il est habituel de planter de la quinoa comme bordure autour du blé, des pommes de terre et autres cultures que, selon les indigènes, la quinoa « protège » contre l'action des gelées » (LÉON, 1964 : 78). « La majorité des agriculteurs associent le maïs avec jusqu'à 3 autres cultures. Lorsqu'on leur demande l'explication de telle ou telle association, ils donnent des raisons qui vont de la persistance de la tradition à la protection contre le vent et les gelées » (FRANCO et BENJAMIN, 1978). Mais, là encore, nous manquons de mesures micrométéorologiques dans les conditions de haute altitude.

La résistance à la grêle est très liée à des caractéristiques morphologiques :

— épis de céréales abondamment pourvus de barbes, ou recourbés vers le bas : dans le premier cas le choc des grêlons est amorti, dans le second il ne peut arracher les grains ;

— angle aigu d'insertion des feuilles sur la tige de quinoa (*Chenopodium quinoa*) (M. TAPIA, *com. pers.*).

## 2.2.2. RISQUES PHYTOSANITAIRES ET DIVAGATIONS D'ANIMAUX

Les paysans utilisent différentes associations avec des espèces toxiques ou inappétentes, parmi lesquelles deux fournissent des aliments : la capucine tubéreuse (*Tropaeolum tuberosum*) et le lupin changeant (*Lupinus mutabilis*) (CAMINO, 1978 ; ZANABRIA et CACEDA, 1986).

Quelques lignes de lupin, non consommé par les mammifères, sont souvent plantées tout autour des parcelles, servant ainsi de protection contre les divagations d'animaux.

Enfin, si les paysans cultivent des variétés « amères » de quinoa (*Chenopodium quinoa*), ce n'est peut être pas faute d'avoir été capables de sélectionner des variétés « douces » exemptes de saponines, comme celles que produit la recherche agronomique moderne. En effet, les ravages d'oiseaux sont considérables sur les variétés douces... conduisant certains techniciens à prôner la suppression des arbres où nichent ces oiseaux ! « On peut donc estimer que le problème a été pris à l'envers, en considérant l'amertume seulement comme un inconvénient (pourtant éliminable par d'autres moyens, lavage ou polissage avant consommation), sans tenir compte de l'intérêt qu'elle représente pour assurer la récolte : on comprendrait alors que les paysans andins n'aient pas sélectionné de variété douce (accessoirement, on pourrait aussi vérifier si les saponines ne sont pas liées à des résistances au gel ou à la sécheresse). Il reste maintenant à trouver :

— d'une part, des techniques peu coûteuses pour le polissage des grains ;  
 — d'autre part, la solution, génétique celle-là, d'un handicap beaucoup plus grave : l'absence de dormance du grain mûr, qui entraîne la germination sur pied à la moindre pluie » (MORLON, 1983).

### 2.3. Méthodes actives de lutte

Des paysans utilisent ici ou là dans les Andes du Pérou des méthodes de lutte contre les gelées telles que :

— irrigation par aspersion d'eau additionnée d'urée (région de Cajamarca) ;

— au moment le plus froid, avant le lever du soleil, danser dans les champs en agitant « ponchos » et « mantas » (E. AQUIZE, *com. pers.*) : l'effet serait de mélanger les couches d'air de différentes températures et ainsi de réduire le niveau des gelées à proximité du sol.

— fumée, le problème étant actuellement la disponibilité de combustible. GARCILASO DE LA VEGA, fils d'un conquérant espagnol et d'une princesse inca, décrit ainsi son utilisation au Cuzco au milieu du XVI<sup>e</sup> siècle : « *Parce que dans cette vallée du Cuzco et celle de Sacsahuana et d'autres proches, et dans toutes celles qui aient le même climat, le gel est très rigoureux (...), et il faut savoir que dans ces vallées il gèle toute l'année, qu'on soit en hiver ou en été, quand le ciel est dégagé à la nuit tombante (...). Les indiens, voyant aux premières heures de la nuit le ciel dégagé, sans nuages, craignaient le gel ; ils mettaient le feu au fumier (aux déchets ?), et chacun personnellement s'efforçait de faire du feu dans son enclos ; parce qu'ils disaient qu'avec la fumée on évitait le gel, parce qu'elle servait de couverture, comme les nuages, pour qu'il ne gèle pas. Moi j'ai vu cela au Cuzco ; je ne sais s'ils le font encore aujourd'hui, je n'ai pas su si c'était vrai ou non que la fumée évitait le gel parce que, étant gamin, je ne me préoccupais alors pas tant de connaître en détail les choses que je voyais les indiens faire* » (GARCILASO, 1976/1609, VII, 5, T. II, p. 95).

On notera la dérive consécutive à quatre siècles de colonisation, en comparant avec ce qui est rapporté par MISHKIN (1946), sur la base d'observations faites dans la même région de Cuzco :

« *Les rituels chrétiens (sic !)* jouent un rôle important dans la protection des récoltes contre les maladies et les rigueurs du climat. On repousse la grêle en brûlant de l'encens et aspergeant de l'eau bénite. Contre « le gel », des feux sont allumés dans les champs. Mais il faut noter que beaucoup d'Indiens considèrent ces feux comme un moyen d'engager un corps-à-corps contre « le gel » personnifié, et non de protéger les plantes en augmentant la température à leur proximité. Pour cette raison, les feux aggravent fréquemment « le gel » (...) : « le gel », enragé par la résistance délibérée des Indiens, s'acharne à tout détruire dans les champs ».

### 2.4. Conclusion

Cette revue rapide a permis de mettre en évidence que, même s'ils ne conceptualisent pas les mécanismes physiques de la même façon que nous (dans le langage courant, les gelées « tombent du ciel »), les paysans andins en ont trouvé à peu près toutes les conséquences en matière de lutte contre les risques climatiques.

Mais ces techniques ne sont pas actuellement toutes utilisées de façon systématique : soit à cause des difficultés d'approvisionnement en eau d'irrigation (ou en combustible pour la fumée), soit surtout dans le cas des aménagements, à cause de deux types d'insécurité, ou de risques, qui ceux-là n'ont plus rien de naturel :

— insécurité foncière : risques de spoliation ou d'accaparement des terrains une fois aménagés ;

— insécurité concernant la commercialisation des produits : des investissements en travail aussi importants ne se justifiant, dans la société actuelle, que si l'on en tire de façon sûre un supplément de revenu, et pas seulement une plus grande sécurité dans l'autoconsommation.

Deux exemples sont tout à fait significatifs : dans la province de Chumbivilcas, les paysans ont planté de nombreux arbres autour des parcelles après la réforme agraire et la remise de titres de propriété dans les années 70, et ce autant pour marquer un territoire que pour les autres effets de l'arborisation ; sur l'Altiplano de Puno les réhabilitations ou reconstructions de terrasses et planches connaissent un essor considérable depuis les changements d'ambiance et de perspective consécutifs au changement de gouvernement en 1985.

Nous y reviendrons dans la troisième partie de cette étude.

### 3. SURVIVRE AUX RISQUES<sup>2</sup>

Survivre aux risques, c'est avant tout les disperser, de toutes les façons et à toutes les échelles possibles, de la parcelle à l'ensemble des activités économiques d'une famille. Mais c'est aussi limiter la perte nette, c'est-à-dire, lorsqu'il n'a pas été possible de lutter efficacement contre les causes (cf. page 195), réduire l'investissement pouvant être perdu, ce qui se traduit dans les systèmes de production par l'équilibre entre productions autoconsommées et vendues ; et ici les risques naturels ne sont pas seuls en cause.

Le report des récoltes des bonnes années sur les mauvaises est tout à fait banal. Mais dans une région où les tubercules constituent la plus grande partie des productions, ce report a demandé la création de techniques particulières de conservation par déshydratation, qui utilisent précisément l'alternance gel nocturne — intense rayonnement solaire diurne, c'est-à-dire les mêmes conditions qui sont destructrices pour les cultures en place. Sont ainsi fabriqués :

— avec des pommes de terre, le « chuño » (déshydratation simple) et la « moraya » ou « tunta » (déshydratation plus lavage à l'eau courante, éliminant les produits solubles fermentescibles) ;

— avec l'oca (*Oxalis tuberosa*), la « qaya ».

Mais les produits obtenus ne peuvent évidemment plus servir comme semences : ainsi, une mauvaise récolte de pommes de terre se traduit l'année suivante par une moindre surface ensemencée (et inversement) ; les arrière-effets sur les assolements peuvent se propager sur plusieurs années en s'amortissant comme des ondes.

### 3.1. La dispersion des risques dans l'espace : les parcelles de culture

3.1.1. DANS CHAQUE PARCELLE SONT ASSOCIÉES PLUSIEURS ESPÈCES, et pour chaque espèce sont mélangés des types génétiques différents tant par les utilisations culinaires que par les résistances aux facteurs de risque (photo 10) : en cas de destruction d'une espèce ou d'un type génétique, d'autres survivent et, surtout si les dégâts sont précoces, compensent en partie la perte de récolte par suite de la réduction de compétition.

Mais le souci de dispersion des risques guide les modalités de travaux comme le semis, la suite des opérations que nous avons observée près du lac Titicaca étant :

- l'ouverture d'un sillon à l'araire (5 cm pour les Chénopodiacées et 10 cm pour les céréales)
- l'éparpillement des grains tant au fond des sillons que sur les flancs.
- le recouvrement lorsque l'araire ouvre le sillon voisin.

Ainsi les graines placées sur les flancs du sillon assureront la production en cas de pluies abondantes ou précoces, et dans le cas contraire, celles enfouies plus profondément au fond du sillon (notons qu'il n'y a ni semelles de labour, ni risques de déchaussement par le gel qui, comme nous l'avons dit, ne pénètre pas dans le sol. En expérimentation des semis de blé jusqu'à 20 cm de profondeur ont levé).

3.1.2. ENTRE PARCELLES DIFFÉRENTES, les risques sont dispersés par des dates de semis échelonnées, le problème étant d'obtenir le déroulement complet du cycle végétatif entre deux événements létaux (sécheresse-gelée), tout en plaçant les stades les plus sensibles de chaque espèce dans les périodes de moindres risques : « (...) car le maïs dans ce royaume doit commencer à être semé depuis le mois de juillet fête de Saint Jacques (25 juillet) le premier maïs et on doit terminer de semer jusqu'à Noël (...) » (GUAMAN POMA, 1613-1620 : 1152). Ou encore cette règle recueillie par FONSECA (1972 : 56) à Chaupiwaranga dans le département de Pasco : « *Mas altukaptin despacio pokon, kepata murushka kajpa ushan, punta murushaka tinkun, altunachu mas sakilami, punta tammiawan tinkun* ». Ce que l'on peut expliciter ainsi : « Plus c'est haut, plus cela mûrit lentement. Ce qui y est semé tard peut geler ; ce qui y est semé plus tôt mûrit. En haut les terres sont plus sèches (non irriguées) et en semant tôt on profite de toutes les pluies ».

Mais le problème n'est pas toujours facile, en particulier en ce qui concerne les risques phytosanitaires, comme le remarquent FRANCO et BENJAMIN (1978) à propos « de la grande dispersion des dates de semis de maïs dans le Callejón de Huaylas. Dans le « domaine de recommandation » (zone homogène) N° 1, on commence à semer en juin ; ce sont principalement des producteurs de « choclo » (maïs doux consommé frais) qui avancent leurs dates de semis, attirés par les prix de vente plus élevés en décembre-janvier et à cause des maladies (du maïs, plus tard en saison des pluies). Mais en général, tous les agriculteurs qui disposent de l'irrigation tendent à avancer les dates de semis pour essayer d'échapper aux attaques des maladies, mais il semblerait que cette pratique produit des effets contradictoires, étant donné que les premiers semis se réalisent quand les récoltes ne sont pas encore terminées (dans les parcelles voisines), constituant ainsi un des facteurs qui aggravent les problèmes phytosanitaires de cette région (à cause de la transmission des maladies d'une parcelle à une autre) ».



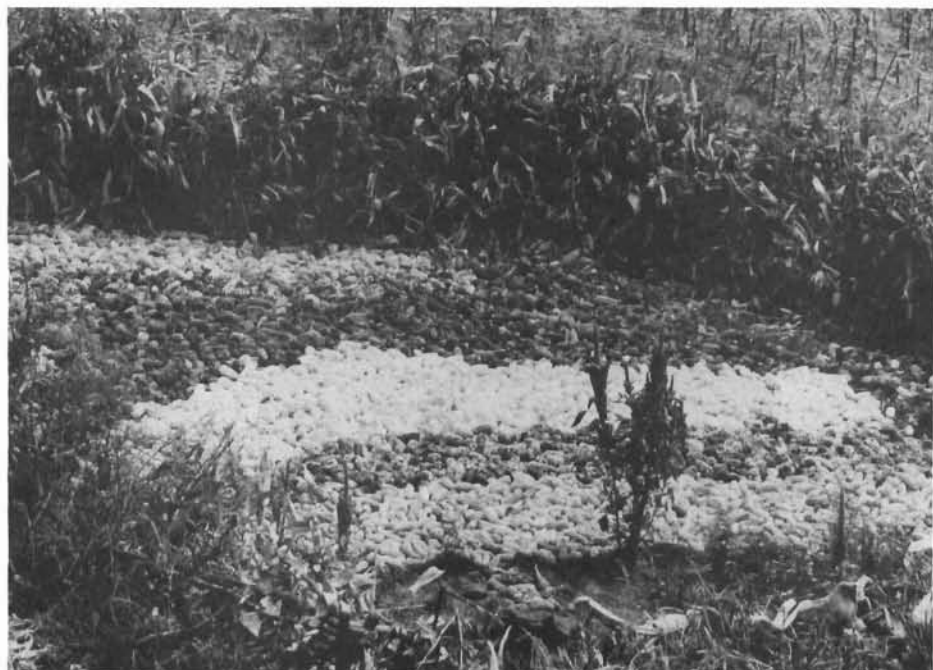


PHOTO 10. — Types génétiques différents dans une même parcelle (Andahuaylas, Pérou)



PHOTO 11. — Parcelles en « bande verticale » ; les murs dans le sens de la pente séparent les propriétés individuelles (Qariya, Bolivie, alt. 4 100 — 4 250 m.)

Mais c'est la dispersion des risques entre parcelles situées dans des milieux pédoclimatiques différents qui a été le plus souvent décrite dans les Andes sous le nom de « verticalité » ou « d'utilisation d'un maximum d'étages écologiques » (Murra). Nous ne nous étendrons pas sur cette stratégie maintenant bien connue et soulignerons seulement quelques points qui nous semblent importants :

a) Les paysans réalisent toujours un compromis entre :

— la dispersion spatiale des risques, qui implique un maximum d'espèces et variétés ayant un comportement différent face aux risques climatiques et phytosanitaires, dans chaque parcelle :

*« À cause de la pluie et des gelées, nous semons toutes les cultures en différents endroits pour assurer quelque récolte, parce que si une gelée tombe dans la « pampa » (la plaine) où elle détruit tout, nous aurons quand même des produits dans d'autres parcelles. Pour cela aussi, dans une grande parcelle nous semons des pommes de terre, de l'oca (Oxalis tuberosa), de la quinua (Chenopodium quinua) et des fèves. Cette année il n'y a pas eu de gelées et nous avons récolté toutes les espèces ; seulement la pomme de terre a échoué à cause de l'excès de pluie » (G. L., paysan de l'Altiplano).*

*« Nous savons que dans tous les étages écologiques le maïs est une culture à risques : risques de maladies en dessous de 2 900 m, risque de gelées au-dessus de 3 000 m, risque de sécheresse. En intercalant des cultures qui n'ont pas la même susceptibilité, on réduit le risque de perte totale de la récolte : nous avons observé des parcelles dans lesquelles le maïs fut totalement détruit par une attaque de champignons, mais l'agriculteur a pu récolter un peu de haricots, quinua et courgettes » (TARDIEU, 1979).*

— L'adéquation de chaque espèce à chaque situation pédoclimatique : « pampa » à sols profonds et riches mais où peuvent s'accumuler eau et air froid, ou ceintures thermiques sur des versants aux sols plus pauvres :

*« la meilleure terre est suivant l'année ; quand, comme cela arrive, l'année est très pluvieuse, c'est la terre « ashalaca » qui est meilleure pour nous car elle a besoin de beaucoup d'eau et même s'il pleut jour et nuit cela ne fait pas de mal. Par contre dans la terre sableuse « shalla » tout s'abîme en une semaine. Le gravier « kalachi kolla » est pareil que l'« ashalaca » parce qu'il résiste quand il pleut, l'eau pénètre et va au fond. Par contre, quand il n'y a pas de pluie, la terre sableuse résiste mieux parce qu'elle n'a besoin que de peu d'eau pour donner une récolte ; c'est une terre très bonne surtout pour les pommes de terre à cause de la facilité avec laquelle elle absorbe l'humidité. C'est suivant l'année qui vient. Dans les terres pauvres, seul vient bien le seigle, l'orge reste petite... » (G. L., paysan de l'Altiplano).*

— La localisation des cultures en fonction des transports à effectuer, qui est parfois contradictoire avec la précédente. Ainsi, les petits pois sont fréquemment cultivés sur les parcelles les plus éloignées, étant le produit le plus facile et le plus rapide à transporter à la récolte : cela minimise le risque de vol des récoltes, dont l'importance surprenante par rapport à d'autres régions du monde s'explique par la destruction de la société, consécutive à la conquête espagnole (WACHTEL, 1971).

b) Le grand nombre de parcelles exploitées par chaque famille — en moyenne 25 et parfois beaucoup plus — (VERLIAT, 1978 : 47-49 ; MORLON *et al.*, 1986 ; BRUNSCHWIG, 1986 ; TAPIA, 1986, p. 89) apparaît ici non comme une conséquence non voulue des divisions lors des héritages, mais comme une

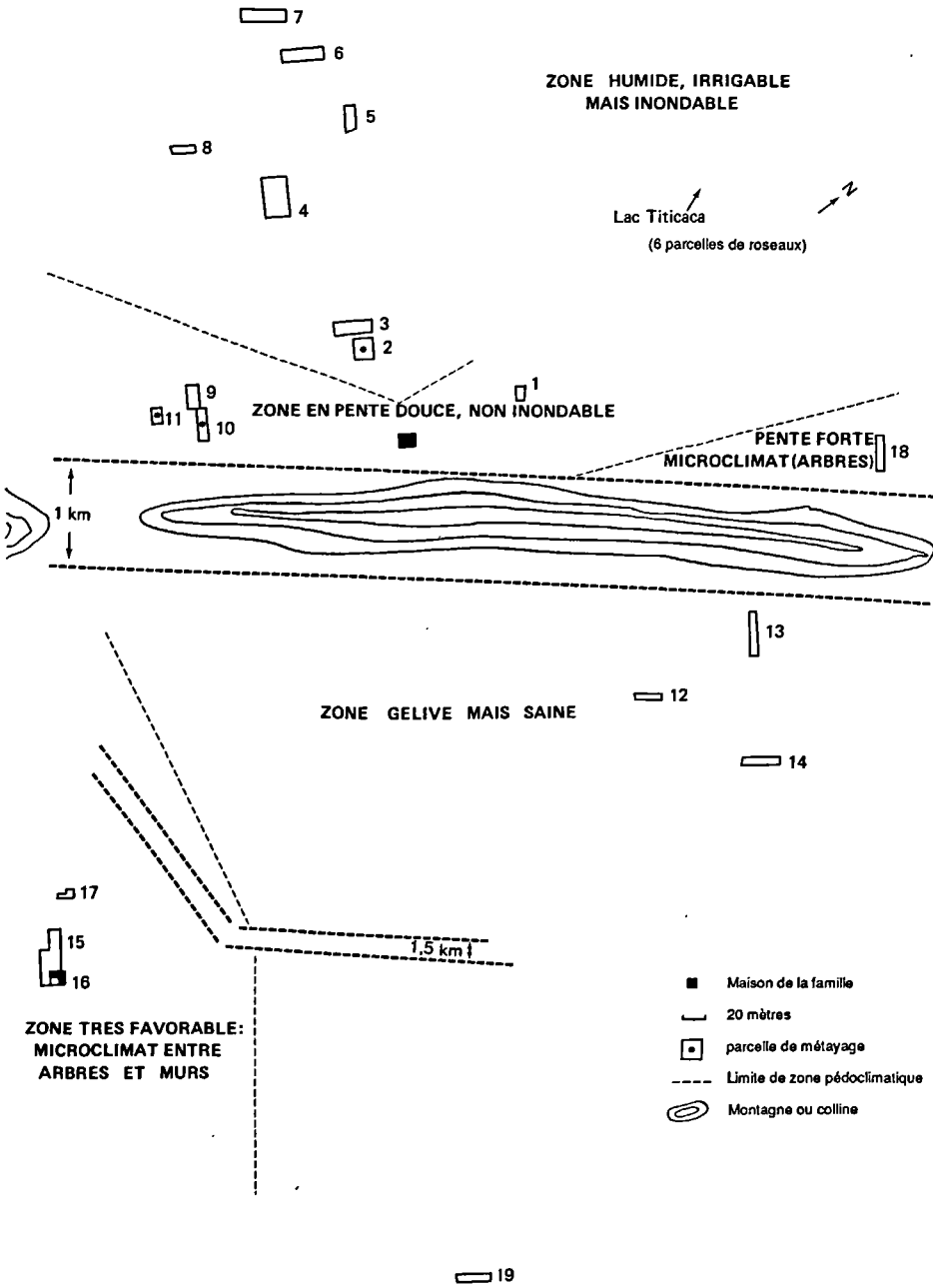


FIG. 8a. — Plan parcellaire en « Archipel »

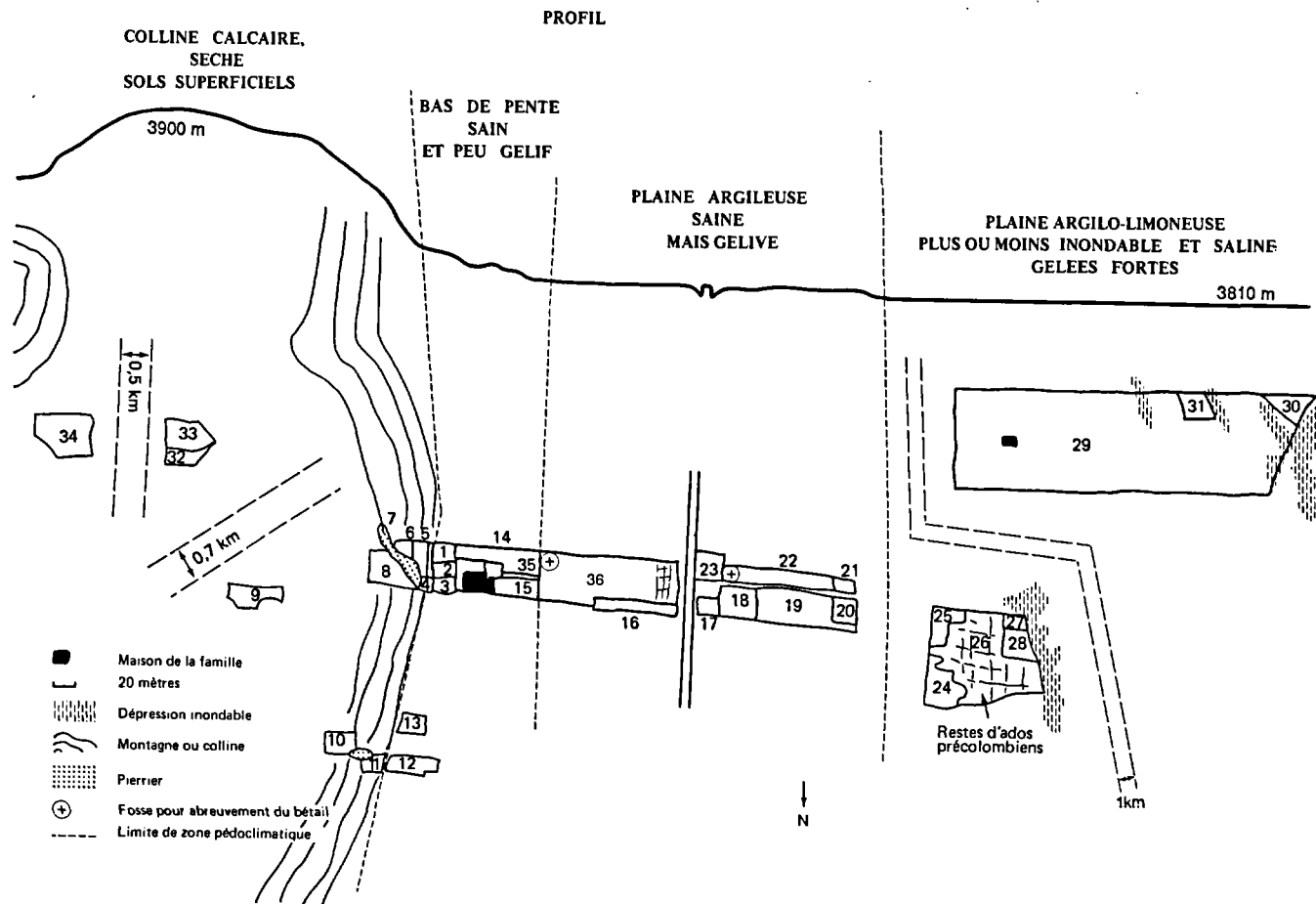


FIG. 8b. — Plan parcellaire en « Bande transversale »

condition de cette dispersion : lorsque le parcellaire est en « archipel » (fig. 8 a), chaque parcelle est divisée entre tous les héritiers ; par contre, lorsqu'il est en bande verticale le long d'un versant (photo 11, et fig. 8 b) on divise l'ensemble de la bande en bandes plus étroites mais qui toutes vont également du sommet jusqu'aux zones basses, recoupant ainsi les différentes zones pédoclimatiques.

c) Ce qui apparaît négatif dans ce processus en est la combinaison avec la réduction de la surface totale dont dispose chaque famille ; deux des effets de la dispersion de parcelles minuscules étant la moindre surveillance de chacune et la part très importante du temps de travail prise en déplacements et transports.

d) Cette dispersion des risques est une stratégie de survie et non de développement, et elle peut être abandonnée volontairement par des producteurs qui obtiennent des revenus suffisamment importants à partir d'un seul étage écologique. Ainsi, dans la vallée du Rio Cañete où chaque communauté avait traditionnellement un territoire recoupant le maximum d'étages écologiques : « punas » de haute altitude, domaine des moutons et alpagas ; village à altitude moyenne dans la zone où sont produits pommes de terre, céréales, maïs et aussi luzerne pour l'élevage laitier ; fond de vallée avec fruits tempérés ou tropicaux. Dans les dernières décennies, l'orientation de certaines parties du territoire vers des productions commerciales exportées hors de la vallée a conduit les habitants de ces zones à se séparer du reste de la communauté, détruisant ainsi l'ancienne verticalité andine ; il s'agit :

— des zones chaudes dans la vallée (« yungas ») bénéficiant de la proximité de l'énorme agglomération de Lima pour y vendre fruits et légumes (manioc) ;

— d'une partie de la zone d'élevage d'altitude au-dessus de 4 000 m., productrice de viande et de laine vendues sur l'important marché régional de Huancayo (ARANA, 1986).

Cet exemple illustre bien l'interaction, dans les stratégies paysannes, entre risques climatiques et incertitudes de commercialisation.

### 3.2. Autoconsommation et vente

Plusieurs études menées dans des communautés paysannes autour du lac Titicaca (MORLON *et al.*, 1986 ; TAPIA, 1986 ; VELASCO, 1986) ont mis en évidence ce que VELASCO appelle la « double rationalité paysanne » et que nous décrivons comme une double priorité dans l'attribution des ressources productives (terre, travail, argent) de la famille paysanne :

La première priorité est donnée aux cultures vivrières pour assurer la subsistance de la famille qui leur affecte donc la surface nécessaire et la main-d'œuvre correspondante. Il s'agit bien de la seule autoconsommation, car les paysans ne cherchent pas à obtenir un supplément de production commercialisable grâce à l'achat d'intrants dont ils ne sont pas sûrs de récupérer le prix lors de la vente de la récolte, à cause :

— des difficultés de commercialisation (souvent liées à la concurrence des produits importés : la culture du blé a été abandonnée sur l'Altiplano vers 1930 lorsqu'a commencé l'importation de blés étrangers). Dès qu'il y a augmentation de production, il y a surproduction par rapport aux possibilités de commercialisation dans les circuits actuels, et donc mévente ;

— des risques à la production, climatiques pour l'essentiel, qui dépendent en partie de l'état actuel des techniques (page 201 et suivantes).

Or, sauf dans le cas des tubercules, la production est malgré tout plus assurée en fourrages (plante entière, et/ou espèces plus résistantes) qu'en alimentation humaine (grains), et c'est donc en production animale qu'on obtiendra, aux moindres risques, un supplément de ressources (il faudrait ici analyser la question de la différenciation de la « récolte » et de la vente, selon l'espèce cultivée ou le produit animal). C'est ce raisonnement, poussé à l'extrême qui explique les choix de production des « moyens » ou grands propriétaires, et ce résultat global pour l'Altiplano de Puno : les minifundias, qui représentent 80 % de la population agricole, récoltent également 80 % des produits alimentaires végétaux de la région, alors qu'ils ne disposent que de 10 % des terres cultivables : au-delà de ce que VELASCO (1986) appelle l'« espace vital agricole d'autoconsommation », toute surface disponible est affectée à l'élevage, qui fournit les ressources monétaires de la famille. Cette interprétation était déjà sous-jacente dans la monographie de ROMERO en 1928 : 405-406 : « *le climat de l'Altiplano est une des causes principales du retard de l'agriculture. L'inégalité du degré de froid entre les différentes années agricoles a fait chanceler les expériences indigènes (...). Les produits de l'agriculture ainsi déterminés par le climat se réduisent aux cultures de tubercules (...); on cultive également l'orge, la quinoa, la cañagua, le blé et en moindre proportion l'avoine, le maïs et la luzerne (...). Une autre des causes du retard de l'agriculture, a été l'orientation économique, qui a d'abord été minière (...) passant ensuite à l'élevage (...). Les capitaux se sont ainsi consacrés à l'élevage parce que celui-ci était plus avantageux (pour les propriétaires des capitaux — NdT) ».*

Une des conséquences probables est que les nouvelles variétés (ou espèces) qui ont le plus de chances d'être adoptées par les paysans sont celles à usage mixte, vivrier et fourrager (MORLON, *et al.*, 1986), dans la mesure où :

— les variétés ne fournissant pas de fourrages (même les fanes de pommes de terre sont consommées par les animaux) renforcent le risque de ne rien avoir en cas de problème climatique ;

— les cultures uniquement fourragères, à quelques exceptions près consomment toujours un facteur limitant : les terres dans les plus petites structures, et le travail dans les autres.

### 3.3. La dispersion des risques : la notion de « système de production rural »

Une autre caractéristique commune des systèmes de production étudiés est la pluriactivité — ou plutôt les pluriactivités tant les formes en sont nombreuses : travaux temporaires ou saisonniers dans une ville, une mine, une autre région agricole... un peu de commerce ; ou bien artisanat à domicile :

*« Je fais des portes et des fenêtres pour moi ; si j'ai besoin d'argent, je dois en vendre. Actuellement je ne m'occupe que d'agriculture. Si celle-ci ne me donnait pas assez, je ferais de l'artisanat ; pour gagner de l'argent je pourrais faire n'importe quel travail. Quand j'en ai besoin, je dois faire de l'artisanat, tisser, faire des portes et des fenêtres, vendre le bétail à la foire » (G. L., paysan de l'Altiplano).*

Une grêle ayant détruit la quasi-totalité des récoltes de deux familles que nous étudions, l'une d'entre elles a repris une activité de forgeron qu'elle avait délaissée depuis quelques années, et l'autre a vendu du bétail. Dans un autre cas la mort (de météorisme) de l'unique vache, qui par sa production laitière assurait la seule rentrée d'argent, a obligé la famille à confectionner à domicile des tricots en laine d'alpaga (activité à la merci des intermédiaires...).

Tout ceci illustre bien comment la combinaison de la précarité des récoltes et des incertitudes liées à la commercialisation ou au travail temporaire, conduisent les familles à disperser les risques entre tout un ensemble d'activités dont aucune prise isolément ne constitue un système de production fiable, ensemble que nous appelons « système de production rural », où la distinction entre agricole et non-agricole n'est pas la plus pertinente : la vente des produits de l'élevage et celle de la force de travail dans des activités « non agricoles » jouent exactement le même rôle ; l'utilisation et la transmission des parcelles de marais salants obéissent aux mêmes principes que celles des parcelles de culture (ORLOVE, in MORLON *et al.*, 1982).

De la même façon que la dispersion des risques entre plusieurs étages écologiques peut disparaître lorsque l'on dispose d'un revenu assuré à partir d'un seul étage écologique (paragraphe 3.1.2.) celle entre plusieurs activités économiques différentes peut être abandonnée lorsque la famille dispose de suffisamment de terres, comme c'est le cas dans la communauté de Catahuasi (E. ARANA, *com. pers.*).

### 3.4. Quelles techniques et quel crédit pour quelles productions ?

Il y a quelques années, la plupart des projets de développement étaient spécialisés dans *une espèce ou un type de production*, et chacun payait des vulgarisateurs pour essayer de convaincre les paysans que cette espèce ou ce type de production était *la solution* qui devait donc bénéficier de la priorité absolue dans l'attribution des ressources. Ils sont peu à peu remplacés par des projets prenant en considération l'ensemble du « système de production rural » : « *Dans un essai combinant une nouvelle variété de pommes de terre et des traitements phytosanitaires, installé dans des parcelles de 5 agriculteurs d'une même communauté, les rendements obtenus variaient de 8 à 16 tonnes/ha. La raison de ces différences était que dans certains cas l'agriculteur avait réalisé deux buttages à la bonne date, et dans d'autres un seul buttage d'une façon et à une date inappropriée. Cette déficience était due à une migration du chef de famille pendant la période considérée...* » (TAPIA, 1986, p. 91).

On tend donc à s'orienter vers des propositions techniques qui tiennent compte des stratégies développées par les agriculteurs face aux risques. Un exemple en est fourni par la sélection de variétés mixtes, fournissant, si le climat est favorable, un produit consommé par l'homme, et dans tous les cas du fourrage en quantité et qualité appréciables.

À la suite de l'analyse des conséquences sociales de la « révolution verte » il est courant d'opposer des techniques permettant des rendements très élevés dans des conditions parfaitement contrôlées, à d'autres qui assureraient un rendement minimum quelles que soient les conditions ou presque. Les résultats préliminaires obtenus sur l'Altiplano nous permettent de dire que :

— d'une part une recherche agronomique menée en conditions « optimales » produit des techniques qui exigent ces conditions,

— mais par contre, une recherche visant une sécurité de production « quelles que soient les conditions » peut aboutir *aussi* à des techniques très productrices lorsque les conditions sont bonnes. *Même si cela n'était pas toujours le cas*, le paysan préférera récolter 25 quintaux les bonnes années et 15 les mauvaises, que 50 q les bonnes et 0 les mauvaises, car dans le premier cas il est possible de gérer même dans la pauvreté, alors que dans le second c'est l'exode rural assuré... Cela est encore plus valable pour l'élevage dont un des rôles est précisément d'amortir les variations dans les productions vivrières, et

explique de nombreux cas de non adoption par les paysans des techniques proposées par la vulgarisation.

Nous sommes convaincus par ce que nous avons pu observer qu'une proposition technique qui améliore globalement la sécurité (c'est-à-dire qui ne crée pas un risque quelque part, en voulant en supprimer un ailleurs : par exemple, déplacer le risque de la production à la commercialisation...) n'a aucun besoin d'une lourde structure d'encadrement et de vulgarisation pour diffuser et être adoptée par les paysans. À contrario, la nécessité de telles structures lourdes prouve que les techniques proposées ne remplissent pas cette condition !

Lorsque des crédits — que l'on obligera de toutes façons les paysans à rembourser — sont distribués pour des techniques agricoles dont le moins qu'on puisse dire est qu'elles ne sont pas éprouvées, comment s'étonner du détournement de ces crédits par les bénéficiaires eux-mêmes, pour l'achat de machines à coudre ou à tricoter dont la production ne dépend pas des aléas climatiques ? Nous avons vu au contraire de rares projets — dont celui de l'Agence Canadienne de Développement International à Puno — prendre à leur compte les risques des techniques qu'ils proposaient, le remboursement n'étant pas exigé en cas d'échec de ces techniques (sauf négligence de l'agriculteur) : si le crédit est lié à une technique, celle-ci doit être sûre. Si la technique proposée n'est pas sûre, ce n'est pas la faute du paysan et c'est celui qui la propose qui doit prendre le risque... Allons même au-delà : lorsque l'artisanat à domicile est plus sûr que la production agricole (compte-tenu des techniques disponibles...), pourquoi une même institution de développement rural ne proposerait-elle pas des crédits aussi bien pour l'un que pour l'autre ?

### 3.5. Conclusion

Partis de l'étude des problèmes climatiques, qui au premier abord paraissent déterminants dans ces régions, il nous est vite apparu que le degré de risque accepté par les paysans pour leurs productions dépendait tout autant des facteurs économiques et en particulier de la commercialisation, et ceci en étroite interaction : on peut aussi bien affirmer que c'est à cause des risques climatiques que les paysans n'envisagent pas de cultures commerciales, ou bien que c'est parce qu'ils n'ont pas la certitude de commercialiser dans de bonnes conditions, qu'ils réduisent au maximum les productions exposées aux risques climatiques.

Il existe de nombreuses techniques pour lutter contre les facteurs de risques, ainsi que des stratégies d'adaptation aux risques : ces possibilités ne sont pas à négliger. Mais les structures économiques ou les politiques agricoles interviennent, soit en rajoutant de nouveaux risques, soit en rendant difficile pour une partie de la population l'application des techniques et stratégies anti-risque traditionnelles.

### BIBLIOGRAPHIE

- ARANA (E.), 1986. — El transecto Catahuasi — Tupe : zonas de producción, sistemas agropecuarios y control comunal. *Bull. IFEA* XV n. 1-2 : 53-83.
- BANEGAS (M.), MORLON (P.), 1980. — Evapotranspiracion y aridez. Estudio agroclimatológico de la cuenca del Lago Titicaca, fasc. 3. ACDI/Ministère de l'Agriculture du Pérou, Puno, *ronéo*, 49 p.
- BOURLIAUD (J.), RÉAU (R.), MORLON (P.), HERVÉ (D.), 1986. — Chaquitacla, stratégies de labour et intensification en agriculture andine. *Techniques et Culture* N° 7 : 181-225.



- BROCHET (P.), GERBIER (N.), 1975. — L'évapotranspiration. Aspect agrométéorologique. Évaluation pratique de l'évapotranspiration potentielle. Météorologie Nationale, Paris, monographie 65, 95 p.
- BRUNSCHWIG, 1986. — Sistemas de produccion de laderas de altura. Bull. IFEA, XV (1-2) : 27-52.
- CAMINO (A.), 1978. — Un estudio preliminar del sistema tradicional de rotacion de cultivos en andenes : el caso de Cuyo-Cuyo. In : Instituto de Estudios Andinos (ed), Actas del 1<sup>er</sup> Seminario Nacional sobre Tecnologias Adecuadas, Ayacucho : 63-68.
- CHOISNEL (E.), 1986. — Aspects topoclimatiques : une méthode d'étude. Séminaire «Agrométéorologie de moyenne montagne», *Les colloques de l'INRA*, 39 : 177-195.
- DONKIN (R.), 1979. — Agricultural terracing in the arboriginal New World. Vicking Fund Publications in anthropology. University of Arizona press, Tucson, 196 p.
- ERICKSON (C. L.), 1985. — La cronologia de los camellones de la cuenca del lago Titicaca, Perú — Exposé présenté au 45<sup>e</sup> Congrès International des Américanistes, Bogotá, juillet 1985.
- ERICKSON (C. L.), GARAYCOCHEA (I.), Brinkmeier (D. A.), 1985. — Experiencias en la arqueologia aplicada : recuperación de campos elevados en la comunidad campesina de Huatta. Exposé présenté au Congrès National de Recherche en Anthropologie, Lima, novembre 1985.
- FONSECA (C), 1972. — Sistemas economicos en las comunidades campesinas del Perú. Tesis doctorado, UNMSM, Lima.
- FRANCO (E.), BENJAMIN (A.), 1978. — Estudio agroeconomico del maiz en el callejón de Huaylas. UNA La Molina, Lima.
- FRANQUIN (P.), 1973. — Analyse agroclimatique en régions tropicales. Méthode des intersections et période fréquentielle de végétation. Paris. *Agron. Trop.* 28, N<sup>o</sup> 6-7.
- FRERE (M.), RIKS (J. Q.), REA (J.), 1975. — Estudio agroclimatologico de la zona andina. Proyecto inter-institucional FAO/UNESCO/OMM en agroclimatologia, FAO, Rome, 375 p. + annexes.
- GARAYCOCHEA (I.), 1985. — Experimentos agricolas en campos elevados en la cuenca del lago Titicaca. Exposé présenté au 45<sup>e</sup> Congrès International des Américanistes, Bogotá, juillet 1985.
- GARCILASO DE LA VEGA INCA, 1609. — Comentarios reales de los Incas. Édition consultée : Biblioteca Ayacucho, Caracas, Venezuela, 1976.
- GRACE (B.), 1985. — El clima del Altiplano. Departamento de Puno, Perú, INIPA, Puno, 183 p.
- GUAMAN POMA DE AYALA (F.), 1613-1620. — Nueva corónica y buen Gobierno. Ed. Facsmil, Paris, Institut d'Ethnologie, XXVIII + 1179 p.
- LÉON (J.), 1964. — Plantas alimenticias andinas. Boletin técnico N<sup>o</sup> 6, IICA, Lima, 112 p.
- LESCANO (J. L.), 1979. — Tecnologia agricola tradicional en el Altiplano peruano. In : Instituto de Estudios Andinos (ed.), Actas del 1<sup>er</sup> Seminario Nacional sobre Tecnologias Adecuadas, Ayacucho : 40-45.
- MISHKIN (B.), 1946. — The contemporary Quechua. In : J. H. Stewart (ed.) — Handbook of South American Indians, vol. 2, Smithsonian Institution, Bull 143 : 411-470.
- MORLON (P.), 1976. — Algunos apuntes provisionales para un estudio agroclimatológico de la mitad noroeste del Departamento de Puno. Institut d'Education Rural d'Yaviri, *ronéo*, 48 p.
- MORLON (P.), 1978. — Elementos de descripcion frecuencial de las heladas. Estudio agroclimatológico de la cuenca del Lago Titicaca, fasc. 1, ACDI/Ministère de l'Agriculture du Pérou, Puno, *ronéo*, 41 p.
- MORLON (P.), 1979. — Apuntes sobre el problema agronómico de las heladas : el aspecto meteorológico. Estudio agroclimatológico de la cuenca del Lago Titicaca, fasc. 2, ACDI/Ministère de l'Agriculture du Pérou, Puno, *ronéo*, 54 p.
- MORLON (P.), 1981 a. — Adaptation des systèmes agraires andins traditionnels au milieu. INRA-SAD, Versailles, *ronéo*, 78 p.
- MORLON, 1981 b. — Questions sur l'agriculture de l'Altiplano Péruvien. In : L'homme et son environnement à haute altitude, Éditions du CNRS : 107-114.
- MORLON (P.), 1983. — À propos des variétés miracles... In : Réseaux, la lettre du GRET, N<sup>o</sup> 18, p. 11.
- MORLON (P.), 1984. — Rapport de mission au Pérou : projet de recherches IFEA sur la vallée du Canete. INRA-IFEA, 26 p.
- MORLON (P.), 1986. — Mecanismos y evaluaciones climáticos en el Altiplano — Conférence présentée au 5<sup>e</sup> Congrès International sur l'Agriculture Andine, Puno.
- MORLON (P.), MONTOYA (B.), CHANNER (S.), 1986. — L'élevage dans les systèmes de production ruraux des Hautes Andes péruviennes : étude comparative de cinq familles sur l'Altiplano. *Cahiers de la Recherche-Développement* n<sup>o</sup> 9-10 : 133-144.

- MORLON (P.), ORLOVE (B.), HIBON (A.), 1982. — Tecnologías agrícolas tradicionales en los Andes Centrales : perspectivas para el desarrollo. UNESCO/PNUD/COFIDE, Lima, 104 p.
- MUNOZ (C.), SANCHEZ (W.), 1974. — Estudio de la distribución espacial y temporal de las heladas meteorológicas en la hoya del lago Titicaca. 1<sup>er</sup> Seminario de Sistemas Ecológicos, Recursos Naturales y Medio Ambiente, Lima.
- ONERN-CORPUNO, 1965. — Programa de inventario y evaluación de los recursos naturales del Departamento de Puno — Vol. 1, cap. 2 : climatología ONERN, Lima : 151-203.
- RAMOS (C.), 1984. — Tecnología de la reconstrucción, refacción y manejo de andenes y terrazas en el Distrito de Asillo — Centro artesanal « José Maruri », Asillo, *ronéo*, 33 p. + fig.
- RAMOS (C.), 1986. — Evaluación y rehabilitación de camellones o « kurus » en Asillo. Centro artesanal « José Maruri », Asillo, *ronéo*, 45 p.
- ROMERO (E.), 1928. — El departamento de Puno — Lima, Impr. Torres Aguirre, 550 p.
- SMITH (C. T.), DENEVAN (W. M.), HAMILTON (P.), 1968. — Ancient Ridged Fields in the Region of Lake Titicaca. *The Geographical Journal*, 134 : 353-367.
- SMITH (C. T.), DENEVAN (W. M.), HAMILTON (P.), 1981. — Antiguos campos de camellones en la región del Lago Titicaca *In* : H. Lechtman y A. M. Soldi (eds.) : La tecnología en el mundo andino. Universidad Nacional Autónoma de México : 23-53.
- TAPIA (M.), 1986. — Guía metodológica para la caracterización de la agricultura andina (la experiencia del Proyecto PISCA). IICA/CIID/Universidades de Ayacucho, Arequipa, Cusco y Puno, *ronéo*, 115 p.
- TARDIEU (F.), 1979. — Sistemas de cultivo en la zona maicera del Callejón de Huaylas. *Ronéo*, UNA La Molina, Lima.
- VELASCO (O.), 1986. — Implicancias de la doble racionalidad campesina en los programas de extensión agrícola. 5<sup>o</sup> Congrès International sur l'Agriculture Andine, Puno, Pérou : 490-491.
- VERGARAY LARA (E.), 1949. — Estudio geográfico de la campiña de Yungay. *Travaux de l'IFEA I* : 59-104.
- VERLIAT (S.), 1978. — Etude d'une communauté rurale andine : Chujucuyo-Marcayoca, Puno, Pérou. Thèse Université de Limoges, 101 p.
- WACHTEL (N.), 1971. — La vision des vaincus. Les Indiens du Pérou devant la conquête espagnole. Gallimard, Paris, 395 p.
- WINTERHALDER (B. P.), THOMAS (R. B.), 1978. — Geocology of Southern Highland Peru. A Human Adaptation Perspective. MAB/Institute of Arctic and Alpine Research, University of Colorado, occasional Paper N° 27, 91 p.
- ZANABRIA (E.), CACEDA (F.), 1986. — Métodos tradicionales y el control integrado de plagas en cultivos andinos en Puno. 5<sup>o</sup> Congrès International sur l'Agriculture Andine, Puno, Pérou : 255.

## NOTES

1. Les invasions d'air polaire, rares, ne se produisent qu'en saison sèche où il n'y a pas de cultures en place (exemples : Août 1974, juillet 1986, etc.). Elles amènent de la neige et, si les températures maximales sont alors plus basses que d'habitude, les minimales ne le sont pas à cause de la nébulosité importante.

2. De nombreuses observations rapportées dans ce chapitre proviennent d'un suivi effectué depuis 1978 chez cinq familles de l'Altiplano (cf. MORLON *et al.*, 1986).

# La grêle à Cangahua

## (Équateur andin)

Emmanuel FAUROUX \*

En mars 1982, une très forte grêle affecta 900 hectares de cultures à Cangahua, petite paroisse indigène de l'Équateur andin, à peu de distance au nord de Quito, dans un secteur particulièrement accidenté et situé à très haute altitude : ses terrains de culture atteignent 3 800 mètres, et ses pâturages dépassent quelques fois 4 100 mètres.

À une telle altitude, beaucoup de risques naturels revêtent une importance particulière : les grêles, les gelées, mais aussi les pluies violentes qui emportent les sols lorsqu'ils sont en forte pente.

Les habitants de la paroisse appartiennent à de très anciennes communautés indigènes, très traditionnelles, très refermées sur elles-mêmes, qui sont implantées dans la région depuis plusieurs centaines d'années. Mais à partir de la fin du XVII<sup>e</sup> siècle, l'expansion des grandes *haciendas*, les a progressivement repoussées vers des hauteurs où les conditions agro-climatiques sont particulièrement difficiles. Il existe sans doute peu d'endroits au monde où une agriculture paysanne a pu fonctionner aussi longtemps dans des conditions aussi extrêmes.

Le Centro Andino de Acción Popular (CAAP) est un organisme de type para-syndical qui tente de poser les problèmes du paysannat indigène de la Sierra en termes nouveaux. Dans cette perspective, il poursuit des études sur les technologies traditionnelles, et il s'efforce de mieux comprendre les ressorts du comportement des communautés indigènes, de pénétrer leur logique et de s'appuyer sur celles-ci pour des actions ponctuelles. La grêle de 1982 s'étant produite dans une zone où des agents du CAAP travaillaient depuis plusieurs mois, l'occasion était bonne pour aborder le thème des risques agricoles et des techniques traditionnelles destinées à y faire face.

Le résultat de l'enquête a été présenté dans un article de Galo RAMÓN, — El comportamiento de las comunidades de Cangahua frente a los riesgos agrícolas. (Le comportement des communautés de Cangahua face aux risques agricoles). in M. CHIRIBOGA *et al.* — *Estrategias de supervivencia en la comunidad Andina* (Les stratégies de survie dans la Communauté Andine). Quito, CAAP, 1984 : 125-153. La diffusion de cet ouvrage étant confidentielle, il nous a paru utile d'en faire ici une présentation succincte.

L'excellente insertion dont bénéficiait le CAAP à Cangahua est sans doute

---

\* Economiste ORSTOM, Centre ORSTOM, BP 5045, 34032 Montpellier cedex.

à l'origine de l'exceptionnel intérêt de cette étude qui a le mérite d'avoir d'abord permis aux paysans de s'exprimer en toute liberté. On est ainsi introduit dans une logique qui, en effet, nous surprend et nous inquiète, car le dérapage vers le supra-naturel ne paraît pas pouvoir conduire à des solutions adaptées au problème posé.

Le mérite du CAAP est de nous faire clairement comprendre que les pratiques magico-religieuses qui semblent occuper exclusivement la conscience verbale des gens, sont, en fait doublées par des pratiques empiriques, d'une extrême efficacité, incluses dans un ensemble de comportements « traditionnels », qui se sont pas clairement perçus par les acteurs eux-mêmes comme une action visant spécifiquement les risques agricoles. En termes de logique occidentale, il existe donc un contraste saisissant entre des actes conscients dont l'efficacité ne peut être que très faible, et des actes inconscients ou, tout au moins, peu conscients, qui expriment, au contraire, une très ancienne symbiose entre l'homme et son milieu naturel.

## 1. LA CONSCIENCE VERBALE DES PAYSANS DE CANGAHUA

Pour la quasi-totalité des habitants de la région sinistrée, la grêle de mars 1982 est une punition infligée par la Vierge Maria Trinidad qui, depuis quelques années, apparaît à quelques privilégiés, au sommet d'une montagne proche appelée Jambi Machi.

Cette Vierge, en fait, subit une curieuse mutation : elle est en train de « naître », en émergeant très lentement du sol, depuis 1980, et tout le monde n'admet pas son existence. Une communauté du voisinage a pu, ainsi, tenter un pèlerinage à Jambi Machi, et revenir en affirmant n'avoir rien vu. De même, le curé de Cangahua n'a pas cru devoir reconnaître son existence, et ne s'était pas encore décidé à dire une messe à sa gloire. Dans l'esprit des habitants de Cangahua, la Vierge a donc simplement voulu faire une démonstration de son pouvoir : un rappel à l'ordre sévère, mais qui ne ferme pas l'avenir, et qui n'a pas provoqué de mort d'homme.

Dans ces conditions, les mesures à prendre sont évidentes : il s'agit d'organiser un pèlerinage de toutes les communautés du voisinage jusqu'à Jambi Machi, de jeter les fondations d'une petite chapelle sur le lieu des apparitions et d'aménager un chemin pour rendre l'accès plus aisé. Le curé de Cangahua, de son côté, devra dire une messe solennelle en l'honneur de la Vierge, en présence de tous les indigènes de la micro-région.

De fait, les journées qui suivirent le sinistre furent très largement utilisées à l'organisation de ces cérémonies. Tout le monde paraissait, en effet, persuadé que c'était bien ce qu'il convenait de faire, de toute urgence, pour éviter un nouveau désastre qui n'aurait pas manqué d'être plus grave.

Mais, parallèlement, les agents du CAAP poursuivaient leurs observations minutieuses des techniques culturelles utilisées sur le terrain, et ils purent ainsi découvrir peu à peu tout un arsenal complexe de mesures remarquablement adaptées à l'environnement naturel, et susceptibles de limiter réellement les risques subis par chaque chef d'unité domestique.

Il s'agissait d'abord d'usages culturels hérités soigneusement de plusieurs siècles de pratiques empiriques (§ 2), et, ensuite, de tout un arsenal de ce qu'on pourrait appeler des techniques de gestion de l'exploitation, qui permettent de faire face à toutes les situations, y compris à celles aboutissant à une destruction plus ou moins totale des récoltes (§ 3).

## 2. LES USAGES CULTURAUX D'ORDRE COUTUMIER

À Cangahua comme, sans doute, ailleurs dans la région, les exploitations familiales sont, en fait, atomisées en un grand nombre de micro-parcelles, éparpillées sur l'ensemble du terroir communautaire.

*Cette atomisation ne semble pas provenir d'une stratégie délibérée, mais résulte de l'application des règles complexes qui régissent la transmission héréditaire des droits de propriété (il vaudrait mieux parler, de droits d'usage, car, en théorie, seule la communauté, en tant que telle, dispose d'un véritable droit de propriété) <sup>1</sup>. En effet, sur un espace strictement inextensible (altitudes excessives vers le haut, terres appropriées vers le bas), les règles de l'héritage, qui font intervenir la filiation maternelle presque autant que la filiation paternelle, conduisent inexorablement à un parcellement continu, qui s'aggrave au fil des générations.*

L'extrême dispersion des micro-parcelles sur l'ensemble d'un terroir très diversifié, qui combine diverses altitudes, diverses pentes, diverses formes d'exposition, constitue, bien évidemment, une excellente assurance contre des risques qui frappent généralement de façon très sélective et très localisée.

Dans le même esprit, les paysans de Cangahua tendent à décaler les semailles dans le temps. *C'est d'ailleurs souvent une nécessité dans la mesure où l'unité familiale d'exploitation ne dispose que d'une faible quantité de main d'œuvre, dispersée entre de multiples tâches fragmentaires.* On tend aussi à utiliser des variétés aussi différentes que possible, les unes résistant davantage aux gelées, les autres davantage à l'humidité... Les connaissances empiriques des indigènes de la région paraissent, sur ce point, considérables : une expérience séculaire permet des dosages remarquablement subtils en fonction de la variété de semences, de la nature des sols, de la pente, de l'exposition...

L'ensemble des pratiques culturelles indigènes paraît donc remarquablement adapté aux conditions naturelles imposées par un milieu exceptionnellement difficile, mais les paysans le mettent en œuvre, plus dans le cadre d'un comportement global de respect pour la tradition, que comme mesures spécifiques contre les risques naturels. L'enquête du CAAP semble, du moins le suggérer, puisque les habitants de Cangahua ne les mentionnent pas explicitement parli leurs stratégies conscientes.

## 3. LA PRISE EN COMPTE DES RISQUES NATURELS DANS LES TECHNIQUES DE GESTION DES EXPLOITATIONS FAMILIALES

Les travaux du CAAP font apparaître que les exploitations familiales de la région assurent leur équilibre en jouant sur un clavier faisant intervenir cinq types de ressources : la culture de l'oignon (principale culture commerciale locale), l'élevage familial, les activités complémentaires non-agricoles, la réciprocité familiale ou communautaire, l'appel à l'aide extérieure.

La culture de l'oignon offre, dans la région, des avantages considérables : elle résiste remarquablement bien aux gelées, aux grêles et au vent ; et, malgré quelques fluctuations du marché, l'oignon trouve de bons débouchés, à des prix relativement rémunérateurs.

Cette culture impose cependant des conditions qui ne sont pas toujours faciles à remplir : l'irrigation doit être bonne, les pentes ne doivent pas être

excessives... Les paysans de Cangahua ne paraissent pas la maîtriser aussi complètement que les cultures vraiment traditionnelle de la zone : pommes de terre, orge, fèves, et, à un degré moindre, *chocho*<sup>2</sup> et *quina*<sup>3</sup>.

Comme dans beaucoup d'autres sociétés, l'élevage joue un rôle de réserve de valeur qui est essentiel dans la logique de fonctionnement des exploitations familiales. Malgré les apparences, l'importance des divers troupeaux de Cangahua (bœufs, moutons, équidés) ne serait pas négligeable. Elle est complétée par une quantité relativement importante de volaille et, surtout, de cochons d'Inde.

Un éventuel sinistre, notamment d'origine naturelle, pourrait donner lieu sans difficultés, à la vente de quelques bêtes, qui apporterait les compléments monétaires indispensables. *Les règles de solidarité communautaire permettent de recourir à cette solution, même lorsque l'on n'est pas directement propriétaire d'un troupeau : on peut, en situation d'urgence, utiliser celui de son « compadre »<sup>4</sup> ou de parents proches. La densité des relations de réciprocité permettra aisément de fournir rapidement des contre-prestations de valeur sensiblement équivalente.*

Les activités non-agricoles constituaient autrefois un simple complément. *Leur importance ne cesse d'augmenter, dans la mesure où les besoins monétaires augmentent fortement, alors que l'agriculture paysanne offre bien peu de possibilités de commercialisation. Il existe ainsi une tendance de longue durée, très générale dans l'équateur andin, à la diminution du temps que les hommes consacrent à leur exploitation agricole. Ils passent de plus en plus de temps, « à l'extérieur » à la recherche de salaires, ou de débouchés pour des produits de leur artisanat, ou pour des objets de colportage. Ce sont donc les femmes et les adolescents masculins qui bien souvent, assurent la réalité des tâches culturelles. Les techniques empiriques traditionnelles semblent réellement mises en péril par cette situation, dans la mesure où les modèles culturels maintiennent les femmes à l'écart des mécanismes d'apprentissage quotidien des techniques dont seuls bénéficient les garçons.*

*Les relations de réciprocité qui caractérisent les communautés indigènes, même lorsqu'elles ont subi un fort déclin, continuent à assurer au sein du groupe une solidarité permanente. Celle-ci s'exprime tout particulièrement face aux risques agricoles.*

*Dans le cadre général de l'entraide, le paysan qui a subi un dommage sera davantage sollicité au moment de la moisson, et les rémunérations en nature lui permettront de commencer à remplir ses greniers.*

La vente de quelques animaux, au besoin grâce à la solidarité du groupe (cf. supra), lui permettra d'obtenir le complément indispensable. À moins qu'il ne préfère trouver cet argent en se salariant à l'extérieur. *Dans ce cas, il pourra compter sur l'aide de son groupe pour aider les membres de sa famille restés sur place.*

Le recours à l'aide extérieure, en cas de désastre majeur, est parfois tenté. Mais, en général, les rapports entre les communautés indigènes et les institutions dépendant de l'État reposent sur un certain nombre de malentendus. Ces institutions, en particulier, sont souvent perçues par les paysans comme les instruments d'une domination globale exercée par le monde extérieur (l'État, la Ville, les commerçants métis du bourg) sur le paysannat. Elles entretiennent, d'ailleurs, cette impression en imposant unilatéralement leurs conceptions, leurs décisions, leurs stratégies.

Les organisations privées de type para-religieux sont davantage à l'écoute des demandes spontanées, mais éprouvent des difficultés à dépasser un certain paternalisme qui leur est suggéré par une connaissance seulement superficielle

du fonctionnement des communautés indigènes, et par une sous-estimation inconsciente de leurs capacités d'adaptation.

Le travail présenté par le CAAP contribue de façon très positive à éclairer certains des mécanismes idéologiques de ces communautés.

Il souligne le contraste existant entre une conscience verbale totalement insérée dans un univers magico-religieux qui paraît sans prise directe sur le réel, et des pratiques empiriques finement adaptées au milieu naturel. Ces pratiques ne se limitent pas au domaine strictement technique : *elles empiètent, par exemple, sur le domaine juridique. L'atomisation des parcelles est, en effet, imposée par la survie d'un système d'héritage qui serait absurde en d'autres lieux, mais qui est remarquablement adapté dans les terroirs montagneux, non mécanisables et soumis à une grande diversité de micro-climats.*

Galo RAMÓN tente d'aller plus loin en cherchant à comprendre le paradoxe de la pseudo-solution religieuse, qui a fait l'unanimité malgré son évidente inadéquation aux vraies causes du problème.

Il propose ainsi une explication qui mérite, à tout le moins, un examen attentif.

#### 4. SOLIDARITÉ ET COHÉSION SOCIALE CONTRE LES RISQUES NATURELS

À Cangahua, comme dans beaucoup de communautés indigènes de la région, on note, depuis la fin des années 70, une recrudescence de l'apparition miraculeuse de « Vierges ». Il s'agit, en réalité, de Vierges syncrétiques, très influencées par les religions pré-hispaniques, qui n'ont jamais complètement cessé dans ces parages. Celle de Jambi Machi apparaît au sommet d'une montagne, qui était un très ancien lieu de culte « païen » ; et elle émerge très progressivement du sol, comme si elle naissait de la terre, ce qui constitue une référence transparente à la « Pacha Mama », principale divinité pré-hispanique, qui émanait de la tere.

À Cangahua, comme ailleurs, la Vierge n'apparaît qu'aux indigènes. Seuls les enfants (ils sont plus purs) la voient d'emblée ; les adultes, s'ils appartiennent à l'une des communautés de Cangahua, ne la voient qu'à leur deuxième ou troisième visite. Ceux qui ne parviennent pas à la voir sont d'ailleurs explicitement suspectés de mauvaises intentions, d'impureté...

Le Curé local, qui n'est pas indigène, était plutôt opposé à ce nouveau culte, affecté d'évidentes réminiscences païennes. La grêle de Mars 1982 est intervenue à point pour le contraindre à donner son assentiment. Il sait très bien, en effet que s'il avait persisté dans son opposition, il aurait été désigné par tous ses paroissiens, comme le responsable direct de tous les incidents, naturels ou non, survenus ultérieurement dans la communauté. Face à des paroissiens, massivement hostiles, sa situation serait rapidement devenue intenable.

Mais quelle pourrait être la signification symbolique de cet étrange comportement collectif ? Et pourquoi se produit-il avec autant d'insistance depuis la fin des années 70 ?

Pendant une quinzaine d'années (de 1965 à 1980, très approximativement), le problème principal des communautés indigènes, dans toute la Sierra de l'Équateur, a été celui de l'accès à la propriété foncière dans le cadre de l'application de la Réforme Agraire. Toutes les luttes, toutes les tensions étaient liées à ce problème majeur. *Les propriétaires fonciers de la zone constituaient l'ennemi principal, parfois soutenus plus ou moins clairement par*

*les diverses institutions étatiques chargées de veiller à l'application de la Réforme, et dont l'impartialité n'était pas toujours évidente. Des affrontements se produisaient aussi entre communautés, ou au sein d'une même communauté, opposant de relatifs privilégiés à des individus ou des sous-groupes qui n'avaient su faire valoir leurs droits.*

À la longue, la situation avait fini par se normaliser.

*Les données foncières se trouvent très profondément redistribuées, avec la drastique régression des plus grandes haciendas, et avec la disparition du rôle politique et social dominant que tenait, localement, le « terrateniente », le propriétaire foncier. Mais, en fait, chaque famille ne dispose guère de plus de terres qu'auparavant, et l'endettement auprès des commerçants métis des bourgs voisins impose de prélever une partie de la récolte pour payer les intérêts avant d'hypothétiques remboursements.*

*En définitive, rien n'a vraiment changé pour les paysans indigènes, sinon que les maîtres et les exploitateurs directs ne sont pas les mêmes qu'auparavant. Le nouveau rapport de domination est même souvent pire que l'ancien, dans la mesure où il n'est plus tempéré par les relations paternalistes qui caractérisaient autrefois les rapports de production définis par la hacienda.*

Face au nouveau système qui se met en place, et dans l'attente de bien improbables solutions politiques (depuis que le droit de vote a été confié aux analphabètes, en 1983, certains partis tentent de se constituer une clientèle indigène en s'attaquant à cette nouvelle forme de domination), les habitants de la région semblent avoir choisi, plus ou moins consciemment, de chercher une alternative. Celle-ci pourrait résider dans le renforcement des liens communautaires, afin de restituer aux vieilles communautés rurales, une partie du pouvoir qu'elles détenaient autrefois. Ce pouvoir local indigène serait seul susceptible de s'opposer efficacement aux avancées continues du petit capital commerçant, en permettant aux paysans de ne dépendre que de leur groupe.

Dans cette perspective, le recours à une Vierge providentielle constitue une remarquable stratégie.

D'une part, le pouvoir en place (dont fait partie le clergé local) ne saurait s'opposer à un culte explicitement catholique, qui respecte l'autorité religieuse et toutes les autres formes de soumission aux institutions.

D'autre part, c'est sans doute la manière la plus efficace de forger rapidement l'unité du groupe, sérieusement entamée par les conflits d'un passé récent. En effet, la population locale est sensible aux évidents aspects pré-hispaniques du culte, et le vieux rêve de retour à un monde indien ne peut que susciter l'adhésion de tous. Il est d'ailleurs bien difficile de ne pas adhérer dans la mesure où une manipulation très simple de l'opinion publique suffit pour répandre la rumeur selon laquelle seules des personnes impures ou mal intentionnées ne peuvent voir la Vierge.

L'aspect très localisé du culte (seuls les gens de Cangahua ont vraiment des chances de voir la Vierge) semble bien confirmer l'hypothèse de G. RAMÓN. Les promoteurs du culte à la Vierge de Jambi Machi, consciemment ou non, agissent très efficacement en faveur de l'unité idéologique de leurs communautés.

*Si cette explication est bonne, il n'est pas exagéré de dire que, très indirectement, mais très efficacement, les mesures magico-religieuses prises pour faire face à la grêle, ont abouti à une significative augmentation de la cohésion sociale et donc, à un renforcement de la solidarité qui permettra, à l'avenir, de mieux protéger les victimes d'éventuels nouveaux sinistres.*



## BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

Le problème de la protection contre les risques agricoles est particulièrement important en Équateur où ces risques ont une ampleur considérable. Dans les Andes, les pluies ravagent les sols en pente, alors que grêles et gelées menacent constamment les terroirs d'altitude. Malgré l'apparente abondance d'eau, l'irrigation manque chroniquement. Dans la Costa, le danger vient d'*inviernos* (saisons des pluies) trop brutaux qui provoquent de colossales inondations, comme en 1982. Très fréquemment la saison des pluies commence avec un retard qui suffit à compromettre l'ensemble du cycle agricole.

Malgré cette importance essentielle, le thème des risques agricoles n'apparaît pratiquement pas dans la bibliographie concernant l'Équateur.

Si l'on exclut les publications très techniques de l'INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agro-Pecuarias) qui donnent des recommandations, mais ne décrivent pas les pratiques actuelles, seuls le CATER de l'Université de Loja (Centro Andino de Tecnología Rural) et le CAAP, dont nous citons l'un des travaux, mérite une mention. Tous deux travaillent dans l'espoir de sauver ce qui, dans les techniques traditionnelles, mérite de l'être.

Les grandes catastrophes naturelles récentes (la sécheresse de 1968 dans les provinces de Manabí et de Loja), l'*invierno* de 1982 ont donné lieu à d'abondantes publications qui portent plus sur les travaux d'infra-structure à réaliser, que sur une analyse des techniques utilisées.

On peut consulter, cependant :

DARREGERT (B.), 1981. — Estudio de los sistemas tradicionales de riego en Centro-Loja (Ecuador). Loja, CATER, 47 p.

SÁCHEZ-PARGA (J.), 1983. — Campesinado e inundaciones. In *Ecuador Debate*. Quito, n° 2, Avril 1983 : 21-57.

Un n° spécial de la revue *Ecuador-Debate* (n° 6, Agosto de 1984) porte sur le thème « campesinado y tecnología » (paysannat et technologie) et comporte plusieurs notations intéressantes sur le problème des risques agricoles.

## NOTES

1. Lorsque nous ajoutons notre opinion personnelle ou des commentaires qui ne figurent pas dans le texte de G. RAMON, nous utilisons les caractères italiques.

2. *Chocho* : *lupinus* sp., lupin.

3. *Quinoa* : *chenopodium quinoa*, « petit riz » ou *quinoa*, une des plus anciennes plantes cultivées dans les Andes.

4. Les rapports de *compadrazgo* établissent des liens de parenté fictive très puissants entre deux *compadres*, qui se sont choisis volontairement.



# Activités agro-pastorales et aléa climatique en région sahélienne

Pierre MILLEVILLE \*

L'Oudalan, région la plus septentrionale du Burkina Faso, appartient à la zone sud-sahélienne. Si les caractères d'aridité y sont très marqués, la pluviométrie est néanmoins suffisante pour qu'une agriculture pluviale extensive coexiste avec un élevage semi-nomadisant. Par la nature du substrat édaphique et des formations végétales qui y sont implantées, par l'histoire récente de son peuplement, l'Oudalan témoigne en outre d'une forte diversité au sein d'un espace relativement réduit où se trouvent de fait rassemblés de nombreux types de paysages et de modes d'exploitation du milieu caractéristiques du Sahel dans son ensemble (BARRAL, 1977).

Les conditions climatiques d'une telle zone sont bien connues. Une saison des pluies de trois à quatre mois, centrée sur juillet et août, succède à une longue saison sèche et plus particulièrement à une période où les températures maximales quotidiennes dépassent régulièrement 40° C. Les premières averses sont essentiellement orageuses, sporadiques, souvent fragmentées dans le temps, et correspondent à l'avancée fluctuante vers le nord du front intertropical. Même lorsque l'« hivernage » est réellement installé, des périodes prolongées d'interruption des pluies ne sont pas rares, et l'arrêt des précipitations intervient au cours des mois de septembre ou d'octobre lors du retrait du front vers le sud. L'ETP (évapotranspiration potentielle), même au cours de la saison pluvieuse, excède largement la pluviométrie.

La pluviométrie annuelle, de l'ordre de 350 à 400 mm en moyenne, est affectée d'une forte variabilité interannuelle. Celle-ci concerne encore beaucoup plus les caractéristiques du déroulement de l'hivernage : dates de début et d'arrêt des pluies, nombre de jours de pluies, situation et durée des périodes déficitaires, intensité des précipitations, ... S'y ajoute une forte hétérogénéité spatiale de l'eau disponible pour la végétation, liée d'une part à la variabilité de la répartition des pluies dans l'espace, et d'autre part et surtout à celle du ruissellement, compte tenu de la grande diversité des états de surface des sols de cette région (CHEVALLIER *et al.*, 1985).

Or le déterminisme des disponibilités en eau sur la production végétale est fort, qu'il s'agisse des cultures céréalières (réussite de l'installation du peuplement végétal, calage du cycle, satisfaction des besoins en eau à des stades critiques du développement de la plante) ou des pâturages naturels à base d'espèces annuelles qui constituent l'essentiel des ressources fourragères locales. Pour ceux-ci une relation linéaire a été établie entre la « pluie efficace »

---

\* Agronome ORSTOM, centre ORSTOM, BP 5045, 34032 Montpellier cedex

(fraction infiltrée de la pluviométrie) et la phytomasse herbacée (SICOT et GROUZIS, 1981 ; GROUZIS, 1987).

L'agriculture et l'élevage s'exercent donc habituellement dans un contexte de grande incertitude climatique. La longue succession d'années déficitaires que vient de connaître l'ensemble de la région sahélienne n'a pas épargné l'Oudalan, révélant avec force les comportements adoptés face aux aléas et aux situations de pénurie, mais également le poids des contraintes et les limites imposées par un écosystème en crise.

## PRATIQUES ET STRATÉGIES ADAPTATIVES

Si les aléas et les insuffisances pluviométriques font subir des risques évidents aux activités agricoles et pastorales, les pratiques mises en œuvre témoignent de la perception de ces conditions de milieu et tentent, par diverses voies, d'atténuer l'impact défavorable des perturbations de l'environnement.

Bien qu'exclusivement manuelles, les techniques culturales apparaissent adaptées à la mise en valeur agricole de grands espaces dans un contexte d'aléas climatiques élevés. La culture du mil (*Pennisetum typhoides*) occupe préférentiellement les sols sableux profonds de l'« erg ancien » et du pourtour de certains massifs rocheux. Dans ces sols très filtrants à faible capacité de rétention, le temps disponible pour le semis après une pluie d'une vingtaine de millimètres est réduit, d'autant qu'en tout début d'hivernage le pouvoir évaporant de l'air reste intense. L'agriculteur ne dispose généralement que de un ou deux jours pour réaliser cette opération. Or assurer une implantation précoce de la culture constitue le plus souvent en milieu sahélien une condition impérative d'obtention d'un niveau de rendement appréciable. Il importe donc de tirer au mieux parti des premières pluies utiles, par ailleurs fréquemment fragmentées dans le temps et inégalement distribuées dans l'espace. Autrement dit, un semis précoce se trouve a priori affecté d'une espérance de rendement élevé, mais en contrepartie d'une forte incertitude quant à la réussite d'implantation du peuplement végétal. La technique de semis doit donc être d'exécution rapide et de coût limité, de manière à minimiser les conséquences d'un échec d'autant plus probable que le semis est plus précoce. Conditions parfaitement remplies puisque cette opération, réalisée sans travail du sol préalable, ne requiert qu'une très faible quantité de semences (3 à 4 kg/ha) et de travail (8 à 9 heures/ha). La technique se déroule en deux temps : creusement des trous de semis à l'aide d'une houe-pioche légère abaissée latéralement tous les deux pas au rythme de la marche (soit 5 à 6 000 poquets par ha), puis semis proprement dit consistant, en position debout, à laisser tomber une pincée de grains dans chaque trou, comblé et tassé ensuite rapidement à l'aide du pied. Tout le potentiel de main d'œuvre familiale, jeunes enfants compris, est mis à contribution si nécessaire à cet effet, pendant un bref laps de temps. Quatre personnes travaillant ensemble peuvent ainsi, après une pluie, semer une parcelle de 2,5 ha (taille moyenne d'une parcelle de mil) dans la journée.

On comprend que l'agriculteur, dans ces conditions, se hasarde à semer dans des situations très incertaines et marginales. C'est ainsi que l'on a pu assister, en 1978, au semis généralisé du mil à l'occasion d'une première pluie exceptionnellement précoce, le 26 avril (12 à 35 mm suivant les sites). Pari perdu, puisqu'il a fallu attendre le 6 juin, soit 41 jours, pour enregistrer une seconde pluie supérieure à 5 mm, et que toutes les plantules avaient dépéri entre temps. D'une manière générale, des semis et resemis successifs sont

effectués en début de saison à l'occasion des différents épisodes pluvieux, et ceci jusqu'à des dates parfois très avancées, avec alors l'espoir que le mil parviendra à maturité grâce à une fin tardive de la saison des pluies.

Le grand nombre de grains semés par poquet (70 en moyenne), leur étalement dans les dix premiers centimètres du sol, contribuent en outre à accroître les chances de levée puis de survie de quelques plantules au moins dans des conditions non prévisibles d'évolution ultérieure de l'état hydrique des horizons superficiels. L'agriculteur module enfin sa technique en fonction des caractères du milieu, préférant par exemple attendre l'installation régulière des pluies pour semer les plages de sol battu, les parcelles en position ruisselante de piémont, ainsi que les zones de concentration de la fumure animale.

Réalisé à l'aide d'un outil manuel à grand rendement, l'iler, manié en position debout et parfaitement adapté au travail des sols sableux, le sarclage est d'exécution relativement rapide, surtout si on le compare au travail à la houe des régions plus méridionales. Deux passages sont généralement effectués, à raison de 75 heures de travail effectif par passage et par hectare en moyenne.

Au total, on le voit, des itinéraires techniques extrêmement simples, ne faisant pas appel aux intrants, peu exigeants en travail, et artificialisant très peu le milieu, permettent la mise en culture de surfaces étendues : 2 ha environ par actif, 0,73 ha par habitant.

L'adaptation des pratiques aux conditions de milieu s'impose de façon encore plus marquante dans le domaine de l'élevage, tout particulièrement à propos des modes de conduite adoptés pour assurer l'alimentation et l'abreuvement du bétail (BARRAL, 1977 ; BENOIT, 1984 ; MILLEVILLE *et al.*, 1982).

Activité de cueillette par animal interposé, l'élevage sahélien demeure en effet totalement tributaire de la localisation des pâturages et de celle des points d'eau qui en conditionne l'accès. Or les ressources fourragères, quantitativement et qualitativement, sont extrêmement dispersées dans l'espace et fluctuantes dans le temps. La recherche conjointe du fourrage et de l'eau met en œuvre des pratiques pastorales diversifiées, fondées sur une mobilité de plus ou moins grande amplitude et sur une adaptation des rythmes quotidiens et saisonniers à la distribution des disponibilités alimentaires.

La strate herbacée, qui représente l'essentiel des ressources fourragères du cheptel bovin, est constituée presque exclusivement d'espèces annuelles à cycle court. Dès le mois de septembre, le stock fourrager de saison sèche est en place et décroît ensuite progressivement, de manière centrifuge à partir des points d'eau disponibles, et d'autant plus rapidement que la charge en bétail est élevée. Au fur et à mesure de l'avancée de la saison sèche, les troupeaux bovins doivent ainsi s'éloigner de plus en plus des points d'eau pour accéder au pâturage encore disponible. Après un début de saison sèche où le pâturage existe à proximité immédiate des points d'eau et est accessible grâce à des déplacements quotidiens limités, se succèdent des rythmes fondés sur un allongement progressif de l'intervalle de temps séparant deux abreuvements consécutifs : un, deux, voire trois jours lors de fins de saison sèche particulièrement critiques comme en 1980. Ces rythmes de plus en plus contraignants pour le bétail sont adoptés d'autant plus tôt que le stock fourrager initial est réduit, c'est à dire que les conditions pluviométriques de l'hivernage précédent étaient défavorables. Les années de sécheresse très sévères verront quant à elles se déclencher plus ou moins tôt des mouvements de fuite exceptionnels de grande amplitude vers des zones moins défavorisées,

ou se généraliser la vente des animaux les plus affaiblis. Si l'incidence des conditions climatiques est stricte, l'état et la répartition spatiale des ressources fourragères de saison sèche peuvent être appréciés dès avant l'arrêt des pluies, et les éleveurs ont donc la faculté d'envisager précocement les mesures à prendre pour limiter les risques d'éventuelle pénurie.

Les premières pluies, généralement très sporadiques, surviennent à une période où les disponibilités fourragères sont au plus bas. Une réponse immédiate à ces nouvelles conditions de milieu s'impose, et des mouvements de transhumance permettent alors de gagner des pâturages éloignés que l'absence de points d'eau rendait jusque là inaccessibles. Grâce à ces mouvements, par nature très conjoncturels et opportunistes, souvent de courte durée, et qui précèdent les transhumances d'hivernage proprement dites, les troupeaux retrouvent en extrême fin de saison sèche, c'est-à-dire à l'époque la plus critique de l'année, des conditions d'alimentation favorables et rompent avec les rythmes quotidiens épuisants qui leur étaient jusque-là imposés.

Les moyens mis en œuvre pour limiter l'effet, direct ou indirect, des aléas et des insuffisances de la pluviosité, ne relèvent pas que des caractéristiques et du fonctionnement des systèmes de culture et d'élevage, ni du seul domaine technique. En particulier, la coexistence de différentes activités au sein des systèmes de production joue un rôle de régulation essentiel. La plupart des unités de production combinent, à des degrés divers, l'agriculture et l'élevage, qui concourent à la satisfaction des besoins alimentaires et monétaires. Une mauvaise campagne céréalière ne correspond pas forcément à une mauvaise année fourragère, et la complémentarité entre ces deux activités de production contribue à atténuer les risques de pénurie : consommation préférentielle de produits lactés durant l'hivernage et le début de saison sèche, commercialisation du bétail pour permettre l'achat de mil et d'autres biens de consommation, ou inversement vente d'éventuels surplus céréaliers pour rééquilibrer la structure ou accroître la taille des troupeaux (bovins et petits ruminants). La fonction d'épargne, de capital sur pied, qu'assument ceux-ci s'avère en effet décisive et recherchée par tous à des fins sécuritaires, même si le cheptel contrôlé par les différents groupes sociaux varie de fait dans des proportions très larges, rendant cette fonction plus ou moins bien assurée. La cueillette de végétaux spontanés (grains de *Panicum laetum*, de *Cenchrus biflorus*, bulbes de *Nymphaea lotus*...), pratique habituelle ou plus ou moins exceptionnelle, permet de diversifier les rations alimentaires, aide à franchir les périodes critiques de soudure alimentaire ou limite la ponction dans les greniers. Quant à la migration de saison sèche (migration de travail à Abidjan notamment), dont l'ampleur varie largement en fonction des conditions de l'année, elle permet l'acquisition de revenus monétaires hors de l'Oudalan tout en réduisant la pression exercée sur les ressources locales. La coexistence, au sein des unités familiales, de plusieurs activités de production, représente à l'évidence un facteur d'autonomie et de régulation de systèmes de production inscrits dans un environnement instable et soumis à des fluctuations climatiques fortes et imprévisibles.

À l'échelle de l'ensemble régional, la diversité des unités de production semble enfin jouer dans le même sens, celui de la cohérence d'un système agraire complexe qui, associant des systèmes de production à orientations préférentielles contrastées, introduit des règles de fonctionnement global et des pratiques de complémentarité et de réciprocité susceptibles de limiter les risques. On peut citer à ce propos les relations économiques et techniques qui s'établissent entre cellules de production à dominante agricole ou pastorale à l'occasion de « contrats » de fumure des champs ou de confiage du bétail. Cela

dit, il serait aussi caricatural d'opérer une distinction tranchée entre des « agriculteurs » et des « éleveurs » que de faire référence à un système de production sahélien stéréotypé. La réalité, plus nuancée, témoigne d'une large palette de situations individuelles en interrelation plus ou moins forte.

Au vu de ce rapide examen, les voies empruntées pour atténuer les risques apparaissent donc multiples et le plus souvent d'ailleurs non exclusives les unes des autres. Un premier ensemble de réponses repose sur une complémentarité liée à la diversité. Diversité du milieu biophysique en premier lieu, dont tirent parti les activités agricoles et pastorales, témoignant sur ce plan d'une extrême adaptabilité : exploitation modulée de facettes de paysages à aptitudes et contraintes différenciées, mobilité permettant d'accéder à des ressources très dispersées dans l'espace. Diversité constitutive, produit de l'activité elle-même d'autre part, et opérante à différents niveaux spatiaux ou organisationnels. Un autre ensemble de réponses réside dans le caractère extensif des systèmes d'exploitation du milieu : la rusticité du « matériel » végétal et animal, la faiblesse des coûts de mise en œuvre des techniques, la rapidité de réponse à l'événement dans un contexte dominé par l'incertitude et la fugacité des phénomènes, confèrent à ces systèmes une grande flexibilité et une capacité indéniable à s'accommoder des aléas et des contraintes climatiques. Comportements qui se traduisent par contre par une maîtrise dérisoire du milieu et par de médiocres performances en terme de productivité.

## CRISE ET VULNÉRABILITÉ

L'efficacité des pratiques et des stratégies précédentes suppose que deux conditions principales soient remplies.

La première concerne les droits et les règles d'accès à l'espace. Ces droits doivent favoriser la mobilité des hommes et du bétail, permettant ainsi de tirer parti de la dispersion des ressources disponibles. Si l'espace agricole, nécessairement fixé, fait l'objet de droits d'usage individualisés, l'espace pastoral (qui englobe d'ailleurs le précédent durant la saison sèche) est ouvert, d'accès libre, et l'éleveur ne se trouve, en première analyse tout au moins, limité dans ses possibilités de déplacement et de fréquentation des parcours que par les contraintes qu'il accepte de supporter. En fait cette liberté n'est pas totale, car certains groupes sociaux bénéficient plus ou moins tacitement de droits préférentiels sur des portions d'espace et l'utilisation des puits et des puisards (qui conditionne directement l'accès à certains pâturages en saison sèche) est directement dépendante du bon vouloir de ceux qui les contrôlent.

La seconde condition est relative à la pression exercée par l'homme sur le milieu. Compte tenu de la faiblesse des ressources disponibles, de leur variabilité, et de l'extensivité des systèmes d'exploitation, cette pression doit être nécessairement légère. D'abord pour que le niveau des prélèvements ne mette pas en péril le renouvellement de ces ressources, ensuite pour que les besoins essentiels devant être couverts localement puissent l'être même dans des conditions pluviométriques défavorables, c'est-à-dire de relative pénurie céréalière et/ou fourragère. Autrement-dit, la viabilité des systèmes agropastoraux sahéliens repose sur une sous-exploitation des ressources du milieu.

Or ces conditions sont loin d'être actuellement remplies, et un constat de crise affectant l'écosystème dans son ensemble s'impose. L'accroissement continu de la population (environ 2 % par an, les densités démographiques actuelles étant de l'ordre de 7 à 10 habitants au km<sup>2</sup>) aboutit en effet, compte tenu de l'impact des récentes années de sécheresse et de la nature des pratiques

de mise en valeur du milieu, à une dégradation de celui-ci qui, dans certains cas, peut être considérée comme irréversible.

Les surfaces cultivées se sont étendues au même rythme que celui du croît démographique, notamment aux dépens de sols à aptitude agricole souvent marginale (erg récent, à texture plus grossière que l'erg ancien ; situations de piémonts sensibles au ruissellement et à l'érosion) ou de bas-fonds boisés qui constituent traditionnellement le pâturage de choix en saison des pluies. Dans la plupart des anciennes zones de culture sur sol dunaire, la jachère tend à disparaître totalement, et l'espace cultivable est en voie de saturation complète. Globalement les systèmes de culture perdent de leur efficacité, les rendements décroissent, les sols de piémont se dégradent (décapage du revêtement sableux, accentuation du ruissellement). Même lorsque les conditions pluviométriques s'avèrent satisfaisantes, l'auto-suffisance céréalière n'est plus assurée et l'Oudalan fait chroniquement appel à l'importation de mil ou de sorgho en provenance de régions à dominante plus agricole, ou bénéficie plus ou moins massivement des aides alimentaires extérieures.

Le cheptel s'accroît également, même si les sécheresses prononcées jouent un rôle certain de régulation des effectifs. L'espace pastoral se trouve saturé et la dégradation des parcours s'amplifie, atteignant dans certaines situations sensibles un point de non retour. Comme pour les sols cultivés des piémonts, la disparition progressive de la végétation ligneuse et herbacée sur les glacis s'accompagne de celle du voile sableux et d'un accroissement du ruissellement qui ne peut qu'accentuer les effets d'un déficit pluviométrique éventuel. La réduction des disponibilités fourragères aggrave évidemment le déséquilibre entre la charge et les ressources, et la dégradation du milieu s'accélère. Les pratiques pastorales tendent elles aussi à se détériorer. Hors circonstances exceptionnelles, la mobilité du bétail diminue. La taille réduite de nombreux troupeaux ne justifie plus le recours à des transhumances longues et lointaines, et durant la saison sèche le bétail se trouve, excepté dans l'extrême ouest de l'Oudalan, bloqué dans des portions d'espace limitées autour des points d'eau, rendant sans objet l'adoption de rythmes de conduite contraignants mais efficaces. Dans certains groupes, l'absence du gardiennage se généralise.

La dégradation conjointe du milieu et des pratiques explique que l'efficacité des systèmes agro-pastoraux se réduit en même temps que s'accroît leur vulnérabilité à toute agression de l'environnement. Les besoins alimentaires sont de plus en plus mal couverts par les deux activités de production principales, et le recours à des palliatifs de survie s'impose tandis que s'amplifie le mouvement de migration lointaine, véritable hémorragie qui, dans certains groupes ethniques, élimine de l'Oudalan près de huit mois par an la quasi totalité de la force de travail masculine.

La sécheresse joue bien entendu dans un tel contexte un rôle d'amplificateur, agissant en synergie avec les autres phénomènes et révélant, parfois dramatiquement, la situation de crise larvée préexistante. Des seuils de rupture sont atteints, affectant à la fois l'environnement et les systèmes de production les plus fragilisés. L'impact de l'aléa, de l'accident, se révèle tout à fait dépendant de l'état d'ensemble de l'écosystème qu'ils affectent. L'accentuation de certaines contraintes déplace les seuils de vulnérabilité et réduit les capacités de réponse, rendant inefficaces certaines pratiques sécuritaires qui jusque là avaient pourtant fait leurs preuves.

Le constat de crise qui peut être dressé à l'échelle de la région tend à masquer la grande diversité des situations, témoignant de la coexistence de systèmes plus ou moins vulnérables et ne subissant pas les mêmes contraintes aux mêmes degrés. Certaines portions d'espace sont plus saturées que d'autres,



et le stade de dégradation des différents milieux est plus ou moins avancé. Les divers types de systèmes de production ont quant à eux subi de façon très contrastée les épisodes de sécheresse de ces quinze dernières années, qui semblent bien avoir accru la diversité et la disparité dans l'ensemble régional. Dans un espace de plus en plus saturé, en voie de dégradation rapide, les relations de concurrence et d'antagonisme tendent par ailleurs à prendre le pas sur les liens de solidarité et de complémentarité (entre cellules de production et entre secteurs d'activité).

Cette évolution régressive globale contredit, dans le cas évoqué, la thèse de BOSERUP selon laquelle l'accroissement démographique constituerait un moteur de l'innovation et de l'intensification. Loin de se transformer dans un sens de productivité accrue, les pratiques se détériorent, accélérant ainsi le processus de dégradation du milieu. Les stratégies individuelles, bien que rationnelles, s'avèrent en outre de plus en plus contradictoires avec ce qui apparaît souhaitable, sinon prioritaire, à l'échelle régionale. L'accroissement du cheptel illustre bien, l'exploitation d'un troupeau de fort effectif représentant pour l'éleveur un gage de satisfaction des besoins et de limitation des risques, mais induisant au niveau de l'espace des phénomènes de surcharge et de dégradation du milieu. Les conditions changeant, la stratégie sécuritaire devient contrainte et source de nouveaux risques.

## CONCLUSION

L'histoire ne se répète pas, et le retour même prolongé de conditions climatiques satisfaisantes ne suffira pas à régler les problèmes de cette région. Tout au plus les masquera-t-il à nouveau quelque temps. Les capacités d'accueil et de production du milieu se sont considérablement réduites. Les pratiques elles-mêmes se sont détériorées, les systèmes d'exploitation du milieu ont perdu de leur efficacité. Le champ du possible s'est contracté pour tous les habitants, pour toutes les unités de production. Les réponses apportées à la crise relèvent dans une large mesure de tactiques très conjoncturelles et de comportements de fuite. La nécessité se fait en effet de plus en plus sentir de rechercher ailleurs ce que l'on ne peut plus trouver en quantités suffisantes dans la région elle-même. D'autant que la monétarisation de l'économie familiale s'accroît, que de nouveaux besoins apparaissent. Les pratiques et les stratégies qui avaient par le passé fait la preuve de leur efficacité ne peuvent plus être le fait que d'une minorité, car pour la plupart les situations individuelles et les conditions de l'environnement rendent ces anciens comportements adaptatifs impossibles ou sans objet.

Si l'on écarte l'idée d'un délestage massif de cette zone, les voies à emprunter pour juguler la crise ne peuvent être que multiples et complémentaires. Restaurer une certaine aptitude à faire face à l'aléa suppose, dans l'état actuel des choses, que l'on relève également les niveaux de production pour les rendre plus en accord avec ceux des besoins exprimés. Tempérer les effets des variations interannuelles du climat et assurer la viabilité dans l'avenir des systèmes d'exploitation exige par ailleurs de restaurer puis de stabiliser certaines conditions du milieu. Il s'agit donc à la fois de faire évoluer les techniques de production, notamment dans un sens d'une économie et d'une meilleure valorisation des ressources rares (l'eau en particulier), et en outre d'agir sur le milieu pour enrayer des processus de dégradation et accroître des capacités productives. Ceci implique que les droits et les règles relatifs à l'utilisation des ressources et donc de l'espace soient reconsidérés à la lumière des conditions présentes et des nouvelles exigences que l'on se fixe.

Localement, les travaux de recherche réalisés dans le cadre du projet « Mare d'Oursi » et surtout les expérimentations et les actions de développement entreprises par le C.I.D.R. (Centre International de Développement et de Recherche, cf. PETILLON, 1978 ; LE MASSON, 1980 ; RONDOT, 1987) montrent sans ambiguïté que des possibilités d'intensification existent. Les populations locales de mil manifestent, lorsque certaines améliorations techniques (telle la fertilisation minérale) sont adoptées, des capacités de rendement élevées. L'apport de compléments alimentaires peut permettre de limiter les risques de pénurie fourragère et d'améliorer significativement les taux de fécondité du bétail. Des aménagements légers et des techniques particulières de travail du sol peuvent limiter ou contrôler le ruissellement sur les versants et améliorer ainsi l'alimentation hydrique des plantes (cultivées ou spontanées). Des méthodes de régénération de milieux en voie de dégradation ont été testées avec succès (réinstallation sur les sols dégradés d'un peuplement végétal herbacé, implantation de ligneux). Par ailleurs, des expériences concluantes menées dans diverses situations du Sahel, par exemple dans la région de Gao au Mali (MARTY, 1985) ont prouvé que de nouveaux modes de gestion de l'espace, de contrôle du milieu, pouvaient être imaginés et pris en charge par les sociétés agro-pastorales elles-mêmes.

Un tel ensemble d'innovations, on le voit, conduit d'une certaine manière à substituer aux solutions adaptatives anciennes des pratiques fondées sur la recherche d'une maîtrise et d'une artificialisation plus poussées du milieu. Il reste que l'ampleur des contraintes sahéliennes ne peut laisser espérer que des actions techniques locales suffiront à régler les problèmes qui se posent localement. D'autres mesures s'avèrent tout aussi nécessaires, en vue notamment de mieux tirer parti des complémentarités entre zones agro-écologiques différentes, à l'échelle de l'Etat et/ou d'un ensemble régional plus vaste.

## BIBLIOGRAPHIE

- BARRAL (H.), 1977. — Les populations nomades de l'Oudalan et leur espace pastoral. *Trav. et Doc. ORSTOM*, n° 77, 119 p.
- BENOÎT (M.), 1984. — Le Seno-Mango ne doit pas mourir : pastoralisme, vie sauvage et protection au Sahel. *Mém. ORSTOM*, n° 103, 143 p.
- BERNUS (E.), 1967. — Cueillette et exploitation des ressources spontanées du Sahel nigérien par les Kel Tamasheq. *Cah. ORSTOM, sér. Sci. Hum.*, vol. IV, n° 1 : 31-52.
- BOSERUP (E.), 1970. — Evolution agraire et pression démographique. Flammarion Ed., Paris, 218 p.
- CHEVALLIER (P.), CLAUDE (J.), POUYAUD (B.), BERNARD (A.), 1985. — Pluies et crues au Sahel : Hydrologie de la Mare d'Oursi (Burkina Faso 1976-1981), *Trav. et Doc. ORSTOM*, n° 190, 251 p.
- GALLAIS (J.), 1975. — Pasteurs et paysans du Gourma. La condition sahélienne. *Mém. du CEGET, CNRS*, Paris, 239p.
- GROUZIS (M.), 1987. — Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens (mare d'Oursi, Burkina Faso). Thèse d'Etat, Sciences naturelles, Université Paris Sud, 318 p. + ann.
- LANGLOIS (M.), 1983. — Les sociétés agro-pastorales de la région de la mare d'Oursi. ACC Lutte contre l'aridité dans l'Oudalan, DGRST-ORSTOM, Ouagadougou, *multigr.*, 101 p.
- LE MASSON (A.), 1980. — Situation de l'élevage dans la sous-préfecture de l'Oudalan (Gorom-Gorom). Rapport d'activité 1977-1979. CIDR, n° 228., *multigr.*, 177 p.
- MARTY (A.), 1985. — Crise rurale en milieu nord-sahélien et recherche coopérative. L'expérience des régions de Gao et Tombouctou, Mali, 1975-1982. Thèse d'Etat, Université de Tours, 2 t., 927 p.
- MILLEVILLE (P.), 1980. — Étude d'un système agro-pastoral sahélien de Haute-Volta. 1<sup>ère</sup> partie : le système de culture. ACC lutte contre l'aridité dans l'Oudalan, DGRST-ORSTOM, *multigr.*, 64 p.

- MILLEVILLE (P.), COMBES (J.), MARCHAL (J.), 1982. — Systèmes d'élevage sahéliens de l'Oudalan. Étude de cas. ORSTOM Ouagadougou, *multigr.*, 127 p. + ann.
- PÉTILLON (Y.), 1978. — Quatre années d'expérimentation, de pré vulgarisation et de vulgarisation agricole dans le Sahel voltaïque. CIDR, *multigr.* 82 p.
- RONDOT (P.), 1987. — Évolution des systèmes productifs agricoles au Sahel Burkinabe. Évaluation de dix années de travail avec les populations de l'Oudalan. Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Économie rurale et agro-alimentaire, Université de Montpellier I, 338 p. + ann.
- SICOT (M.), GROUZIS (M.), 1981. — Pluviométrie et production des pâturages naturels sahéliens. Étude méthodologique et application à l'estimation de la production fréquentielle du bassin versant de la mare d'Oursi, Haute-Volta. ORSTOM Ouagadougou, *multigr.* 33 p.



# Du risque climatique à la contrainte écologique

## Incidence de la sécheresse sur les productions végétales et le milieu au Burkina Faso

Michel GROUZIS \* et Jean ALBERGEL \*\*

### INTRODUCTION

La sécheresse de l'année 1973 dans le Sahel a eu un retentissement mondial car le phénomène a été présenté comme un sinistre régional au même titre qu'un tremblement de terre ou une éruption volcanique. Cela a permis le développement d'une solidarité dont l'ampleur a été souvent à la mesure des besoins. Cependant dans l'esprit de beaucoup, ces années à risque étaient exceptionnelles et n'hypothéquaient en rien l'avenir.

En effet, dans la période historique récente, le Sahel a subi des périodes de sécheresse dramatiques (1913, 1939, 1970), généralement suivies par des années relativement plus favorables. C'est d'ailleurs ce qui a conduit FAURE (1983) à considérer le Sahel comme un milieu semi-aride dont l'état actuel « est le résultat cumulé d'une série de fluctuations périodiques à plusieurs échelles de temps et qui se superposent ».

Cependant, la sévérité des sécheresses 1983 et 84, et leur généralisation géographique ont fait prendre conscience de la persistance particulièrement forte de la sécheresse depuis les années 1970.

En prenant l'exemple du Burkina Faso, pays continental du bouclier Ouest Africain, ce travail tente, à l'aide d'une étude de la pluviométrie annuelle, de mettre en évidence les variations climatiques récentes. Il montre l'incidence de cette évolution sur les productions végétales et mesure ses conséquences sur le milieu, compte tenu des pratiques d'exploitation et de la croissance démographique galopante.

## 1. ÉVOLUTION DE LA PLUVIOMÉTRIE

### 1.1. Isohyètes moyennes décennales

Le calcul des moyennes pluviométriques interannuelles par décennie de 1920, date des premières observations pluviométriques, à nos jours, permet d'observer des variations spatiales des isohyètes (fig. 1).

---

\* Écologue ORSTOM, BP 1386, Dakar, Sénégal.

\*\* Hydrologue ORSTOM, BP 1386, Dakar, Sénégal.

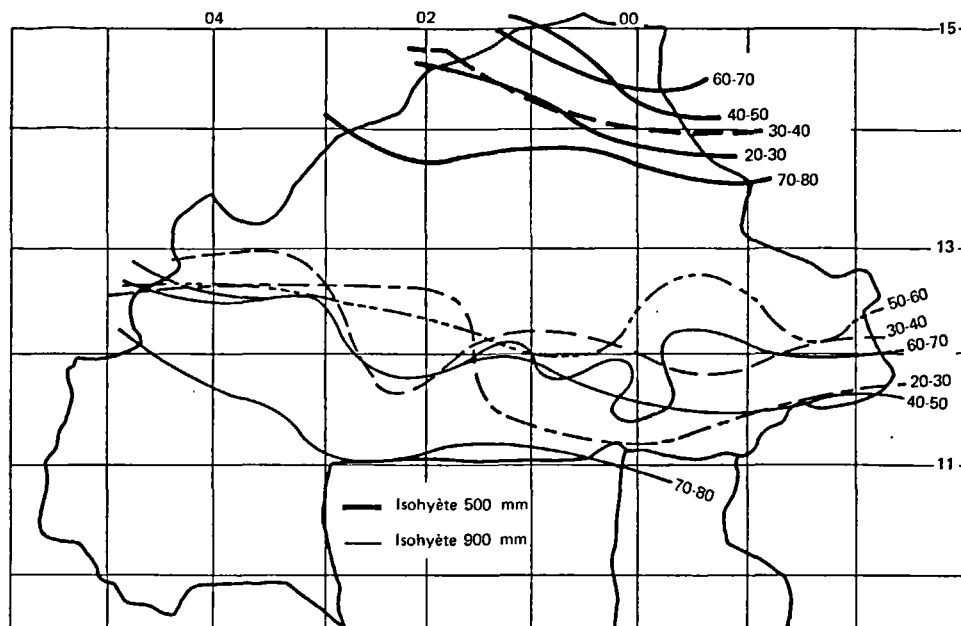


FIG. 1. — Fluctuations de la situation des isohyètes 500 et 900 mm au cours des six dernières décennies

Malgré l'arbitraire de ce découpage, on note une remontée générale vers le nord des isohyètes entre 1920 et 1960, puis une descente sensible pour 1960-1970 et un record vers le sud pour la décennie 1970-1980.

L'isohyète 500 mm au nord de la frontière malo-burkinabe pour 1950-1960 se situe à la latitude de Ouahigouya, soit une descente de plus de 200 kilomètres! L'isohyète 500 mm relatif aux années 1983 et 1984 atteint pratiquement la latitude de Ouagadougou.

### 1.2. Mise en évidence de la persistance de la phase sèche

L'analyse fréquentielle des totaux pluviométriques annuels de sept stations réparties dans les différentes zones écologiques du pays (GUINKO, 1984) et observées depuis au moins 60 ans, a mis en évidence les faits suivants (ALBERGEL *et al*, 1985 a) :

- une concentration des années de la période 1970-1984 dans les dix plus basses fréquences.

- les courbes de fréquence en fonction des hauteurs pluviométriques présentent une forte déviation vers les valeurs les plus basses des séries.

Cette distribution des années sèches nous a conduits à rechercher à l'échelle du pays, un modèle permettant de mettre en évidence les grandes tendances climatiques en lissant les variations interannuelles. La méthode des moyennes mobiles pondérées (OLIVRY, 1983) a été appliquée aux sept séries pluviométriques retenues. Inspirée des chaînes de Markov d'ordre 1, cette moyenne mobile pondérée considère chaque pluviométrie comme la somme d'une variable aléatoire et d'un polynôme fonction de l'ensemble des observations antérieures.

Les résultats portés sur la figure 2 et qui comparent pour les sept stations les moyennes mobiles pondérées à la moyenne interannuelle donnent une image de l'évolution climatique pour l'ensemble du Burkina Faso. On observe :

- de 1930 à 1949, une période à pluviosité proche de la moyenne ;
- de 1950 à 1968, des années successives largement excédentaires ;
- depuis 1969, une tendance générale vers un régime déficitaire.

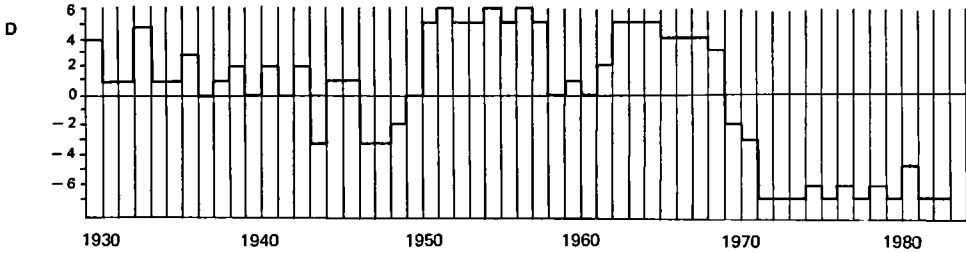


Fig. 2. — Comparaison entre la moyenne mobile et la moyenne interannuelle pour les différentes stations climatologiques (D = différence entre le nombre de stations excédentaires et déficitaires)

En appliquant le test de LEE et HEGHINIAN (1977) à ces mêmes séries CARBONNEL et HUBERT (1985) montrent que la série statistique des pluviométries annuelles n'est pas stationnaire et que la probabilité maximale d'avoir dans cette série deux chronologies dont les moyennes sont significativement différentes se situe en 1969-70. La non stationnarité du régime pluviométrique annuel est confirmé par SNIJDERS (1986) à l'aide d'un indice pluviométrique régional construit sur la base des données des stations pluviométriques du nord et du centre du pays. Il est d'autre part intéressant de constater que la probabilité de déviation est pratiquement nulle entre les deux premières périodes précédemment décrites, alors qu'elle est maximale entre la seconde et la troisième. Ce résultat confère un caractère de singularité à la sécheresse actuelle par son poids dans les séries pluviométriques observées.

Pour comparer le régime pluviométrique qui prévaut actuellement à celui décrit dans les années 1970, nous avons compté, pour quelques stations sahéliennes, le nombre d'années de la période 1970-1984 pour lesquelles le total pluviométrique est inférieur ou égal à la décennale sèche établie par RODIER (1975) sur la base des données de la période antérieure à la sécheresse.

TABLEAU I

Comparaison des pluviométries de la période 1970-1984 à la décennale sèche établie par RODIER (1975)

Station	GOROM GOROM	DORI	Ouahigouya	KAYA
Moyenne en mm (1920-1983)	462	535	674	707
Décennale sèche RODIER (1975) en mm	320	361	522	542
Nombre d'années de 1970-84 où P est inférieur à la valeur de la décennale sèche	6	4	8	5

Les résultats consignés dans le tableau I montrent qu'un risque de sécheresse qui avait une occurrence décennale dans la période antérieure à 1970, apparaît en moyenne 6 fois en 15 ans pour la période 1970-84.

Cette sécheresse concerne non seulement les régions sahéliennes mais atteint aussi la zone sub-guinéenne : Banfora par exemple n'a reçu que 545 mm de pluie en 1983 pour une moyenne (1920-82) de 1170 mm.

La persistance d'années pluviométriquement déficitaires, associée à la répétitivité d'années exceptionnellement sèches aggrave le risque de sécheresse.

## 2. INCIDENCE SUR LES PRODUCTIONS VÉGÉTALES

L'examen des variations interannuelles de la production des pâturages, des céréales et du coton, permet d'analyser l'effet d'une période sèche sur des types de « cultures » très différentes. On opposera les « cultures » extensives : pâturages naturels, culture céréalière pour laquelle le seul intrant est la force de travail, aux cultures intensives reposant sur une utilisation importante d'intrants : engrais, insecticides, travail du sol...

### 2.1. La production céréalière

Malgré la forte variabilité, l'évolution de la production céréalière au Burkina Faso (fig. 3), fait apparaître une progression lente de la production.

L'accroissement annuel de la production (1,07 % depuis 20 ans), ne permet pas de satisfaire les besoins d'une population dont l'accroissement annuel pendant la même période est de l'ordre de 1,7 %.

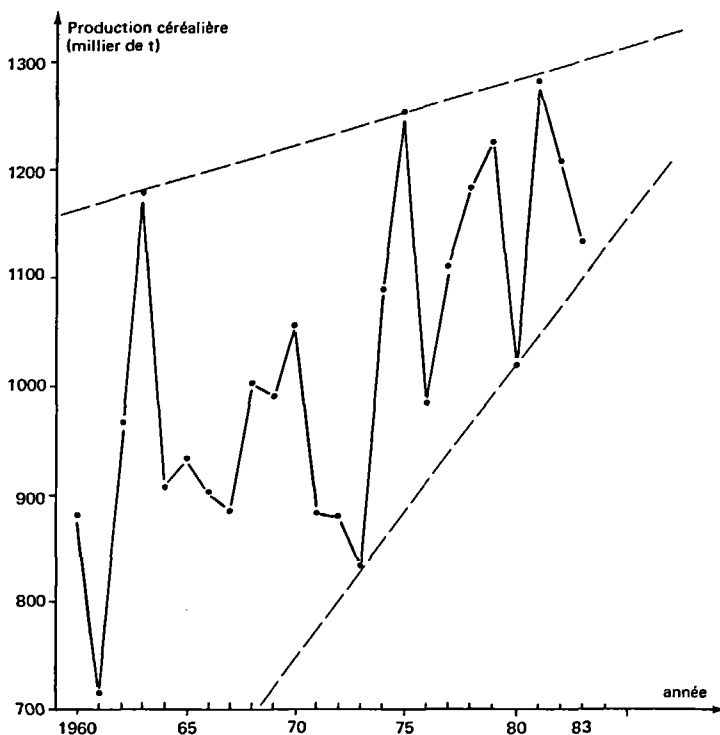


FIG. 3. — Évolution de la production céréalière



L'ajustement de cette production à un modèle statistique est impossible en raison de la très forte variabilité des valeurs due notamment à la nature même des données dont l'estimation comporte une marge d'erreur notoire, et à la relative dépendance de la production aux aléas climatiques. Ainsi, la comparaison des variations de la production (fig. 3) aux caractéristiques climatiques (fig. 2), permet de localiser la majorité des années de déficit céréalière dans les années sèches (1971-73, 76, 80, 83). Cependant, la coïncidence d'années de déficit céréalière (1964-65-66) avec des périodes pluviométriques favorables, montre que toute la variation de la production n'est pas imputable au seul facteur pluviométrique.

## 2.2. La production des pâturages sahéliens du bassin versant de la Mare d'Oursi

À défaut de statistiques sur la production des pâturages, les données relatives aux herbages du bassin versant de la Mare d'Oursi (nord du Burkina Faso) ont été retenues (GROUZIS 1979, GROUZIS et SICOT 1980).

Les mesures effectuées depuis 1976 sur la pluviométrie, le ruissellement (CHEVALLIER *et al.*, 1985) et la biomasse de la strate herbacée du bassin versant (*in* GROUZIS 1984) ont permis de formuler pour le bassin versant de la Mare d'Oursi, la biomasse herbacée en fonction des précipitations moyennes du bassin par la relation linéaire.

$$Y_{gms.m^2} = 0.22 P_m + 13,5 \text{ (SICOT et GROUZIS, 1981)}$$

L'application de cette relation aux pluviométries moyennes annuelles du bassin publiées dans la synthèse hydrologique de 1985 (*loc. cit.*) donne (tabl. II) les variations interannuelles de la production de la strate herbacée et de la charge en bétail en considérant les normes couramment utilisées en matière de pastoralisme : (UBT = 250 kg ; besoin d'entretien : 6,25 kg de matière sèche. J<sup>1</sup> ; taux d'utilisation du fourrage sur pied : 40 % BOUDET 1975).

On notera à la lecture du tableau II, la très forte variabilité de la production annuelle (du simple au double). Les années 1983 et 1984 fortement

TABLEAU II  
Variations interannuelles de la production herbacée du bassin versant de la Mare d'Oursi et de la charge en bétail

Année	Pluviométrie moyenne annuelle du bassin (P <sub>m</sub> )	Phytomasse gms.m <sup>-2</sup>	U.B.T. 60 000 ha
1976	(400)	101,5	10 676
1977	424,1	106,8	11 236
1978	358,2	92,3	9 711
1979	322,2	84,4	8 879
1980	307,7	81,2	8 543
1981	335,5	87,3	9 184
1982 *	336,2	87,5	9 205
1983 *	179,5	53,0	5 576
1984 *	252,6	69,1	7 270

\* Le réseau pluviométrique couvrant le bassin ayant été retiré, les données relatives à ces années sont issues des mesures de la station météorologique de Jalafanka auxquelles a été appliqué un coefficient d'abattement moyen de 0,88 (moyenne 1976 à 1981)

déficitaires sur le plan pluviométrique ont enregistré les productions les plus faibles. La comparaison de l'année 1983, année exceptionnellement sèche, à la production fréquentielle permet de situer la production des herbages de cette année à des valeurs inférieures à la centennale défavorable ( $p = 60,6 \text{ gms.m}^{-2}$ ; UBT : 6375).

Soulignons enfin que si l'on se réfère à l'effectif du cheptel présent au niveau de la Mare d'Oursi estimé par LHOSTE (1977), il y aurait en 1983 une surcharge d'au moins 9 000 UBT.

Ces résultats, montrant l'influence des aléas climatiques sur la production des pâturages, n'ont rien d'étonnant puisque les formations herbeuses sahéliennes sont essentiellement constituées de thérophytes, c'est-à-dire de plantes annuelles dont le cycle végétatif est étroitement lié au cycle pluviométrique.

### 2.3. La production cotonnière

L'évolution de la production et des rendements annuels du coton en fonction du temps (fig. 4 a, b) montre une progression spectaculaire de la production. Celle-ci est davantage due à l'accroissement des rendements qu'à

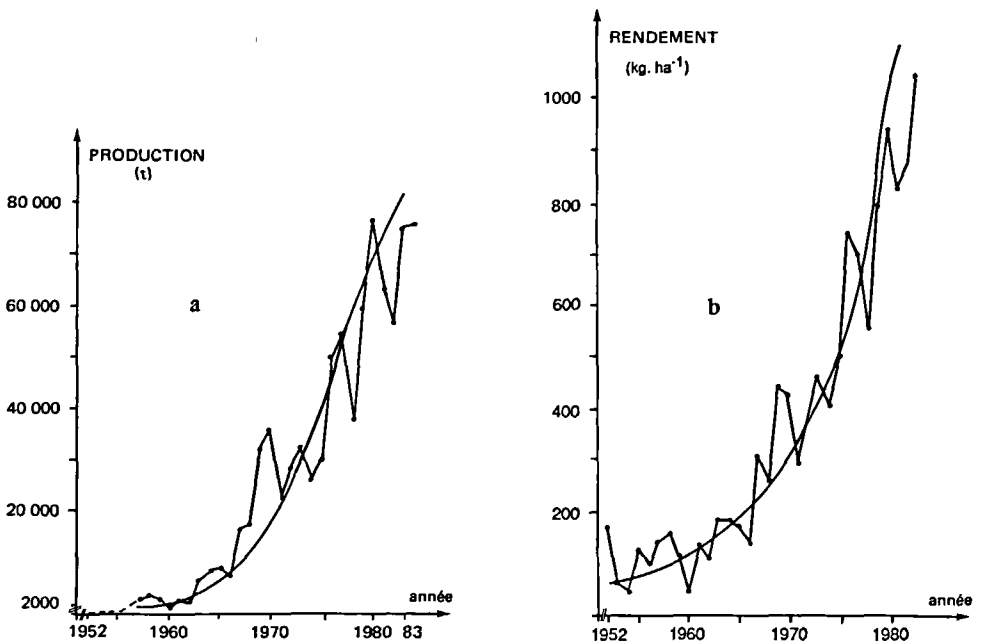


FIG. 4. — Évolution de la production et du rendement du coton

l'extension des surfaces cultivées. Ces dernières se sont stabilisées à 72 000 ha en moyenne depuis l'année 1967-68, alors que le taux d'accroissement annuel moyen du rendement est de 12 % depuis la même année (ALBERGEL *et al.*, 1985 b).

La production annuelle et les rendements de coton ne peuvent être corrélés à la pluie annuelle, aussi bien à l'échelle nationale que régionale (ALBERGEL *et al.*, *loc. cit.*, LECAILLON & MORRISSON, 1984).

Par contre, les variations de la production annuelle peuvent être ajustées à une courbe logistique (croissante en S) de la forme :

$$Y = \frac{K}{1 + me^{-at}}$$

Cette courbe représente l'influence des seuls paramètres maîtrisables. En effet, les coefficients de corrélation linéaire montrent que la production théorique définie par cet ajustement, est significativement liée à chacune des variables : surface labourée ( $r = 0,94$ ), engrais ( $r = 0,95$ ) et insecticide ( $r = 0,97$ ) pour 17 années d'observations (ALBERGEL *et al.*, *loc. cit.*).

L'écart des productions observées à cette courbe reflète l'influence du facteur pluie. En effet, cet écart peut être exprimé en fonction des pluies annuelles de trois postes pluviométriques de zones rurales à forte densité de culture cotonnière par la relation :

$$E = 0,37 P_1 + 1,62 P_2 + 1,19 P_3 - 2,59$$

dans laquelle :

E = (production ajustée — production observée)/production ajustée

P = pluie annuelle en mètre de P<sub>1</sub> (Houndé), P<sub>2</sub> (Dionkélé), P<sub>3</sub> (Tougan)

Le coefficient de corrélation est de 0,67 pour 26 valeurs (seuil de signification à 1 %).

Les fluctuations de la production observée autour de la courbe de progression théorique peuvent être importantes. Les écarts sont plutôt positifs ou faiblement négatifs pendant la période de pluviométrie fortement excédentaire (1954-1969) ; ils sont plutôt négatifs ou faiblement positifs depuis 1969, période de sécheresse mise en évidence précédemment.

Cette comparaison de l'incidence de la sécheresse sur les productions des pâturages, des céréales et du coton, montre bien qu'à risque climatique de même intensité, les conséquences sur les productions agricoles seront d'autant plus significatives que le caractère extensif du système d'exploitation est marqué.

### 3. IMPACT SUR LE MILIEU

#### 3.1. Pratiques paysannes : sources de nouvelles contraintes

Pour faire face aux besoins d'une population de plus en plus importante en raison de la forte croissance démographique et pour s'adapter aux conditions de plus en plus drastiques de ces dernières années, le paysan développe des techniques extensives d'exploitation.

Les cultures s'étendent au dépens des jachères, des bas-fonds (peu cultivés au Sahel jusqu'à la récente période de sécheresse) et des zones sensibles à l'érosion. Ainsi TOUTAIN et DEWISPELAERE (1978) notent pour le Sahel burkinabe, entre 1955 et 1974, un accroissement des surfaces cultivées au rythme de 2,25 % par an, chiffre très voisin de la croissance démographique.

Parallèlement, on peut affirmer que le système de culture se dégrade :

- recul des jachères, développement des cultures continues (BERNUS *et al.*, 1984)
- abandon de la gestion collective des terroirs villageois (MARCHAL, 1982).
- évolution des pratiques culturales intensives sous parc à *Acacia albida* vers une agriculture extensive sur champs de brousse (HERVOUET, 1980).

Sur le plan pastoral la logique est comparable. L'éleveur tend à augmenter l'effectif du cheptel pour accroître les chances de reconstitution du troupeau en cas d'accident climatique. De ce fait le milieu surexploité n'est plus en mesure de répondre aux besoins du bétail.

Ce système d'exploitation caractérisé par une consommation d'espace, associé à la contrainte sécheresse, induit globalement une dégradation du milieu.

C'est ainsi qu'en une dizaine d'années (1971-1980), les forêts classées ont regressé de 36 % au profit de la mise en valeur agricole (UNSO 1983).

— que les galeries forestières de la région de Bobo Dioulasso ont perdu plus de 50 % de leur longueur entre 1955 et 1974 (TERRIBLE 1982)

— que les surfaces dégradées ont quadruplé de 1955 à 1974 dans la région sahélienne d'Oursi-Gorom (DEWISPELAERE ET TOUTAIN, 1976 a, b)

— que la production fourragère a diminué de 20 à 25 % entre 1955 et 1974 sur l'ensemble du Sahel (TOUTAIN et DEWISPELAERE, 1978).

Les conséquences de cette dynamique régressive se concrétisent au niveau de la dégradation des sols. En effet, dénudés, ceux-ci sont soumis aux phénomènes érosifs qui se manifestent par un décapage de l'horizon superficiel et par une baisse de fertilité due à l'entraînement des particules fines et des éléments solubles (phénomène de lixiviation superficielle, ROOSE, 1977).

Le terroir de Boulsa situé en bordure du plateau Mossi, et à la limite nord de la zone soudanienne permet d'illustrer concrètement cette évolution aboutissant à la genèse de nouvelles contraintes liées au substrat édaphique.

### 3.2. Exemple de Boulsa

La figure 5 présente l'évolution de l'occupation des sols entre 1956 et 1980. On observe une forte augmentation de la surface occupée par les champs :

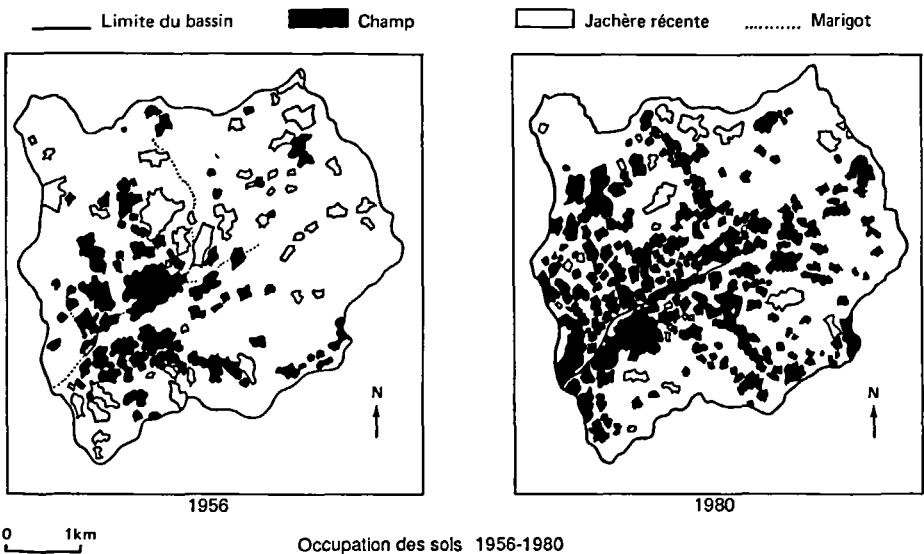


FIG. 5. — Évolution de l'occupation des sols du bassin versant de Boulsa. D'après VALENTIN et ALBERGEL, 1986

accroissement de 3 % par an pour un taux de croissance démographique de 2,6 % par an. L'extension des cultures s'est surtout faite aux dépens des bas-fonds et des zones à aptitude agricole marginale : cuirasses et surfaces gravillonnaires et sables grossiers à termitières. Les jachères récentes ont regressé de moitié et ont complètement disparu des zones traditionnellement réservées à l'agriculture (sols tropicaux ferrugineux), ce qui indique nettement le développement d'une culture continue.

La figure 6 donne l'évolution des zones très érodées, c'est-à-dire des zones nues à forte réorganisation superficielle (pellicule peu perméable due à la battance), et impropres à la culture dans leur état actuel.

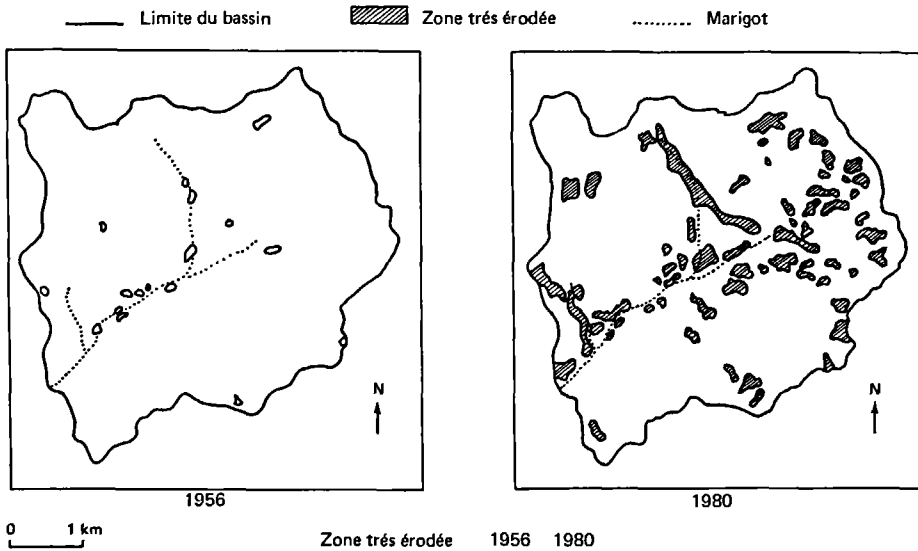


FIG. 6. — Évolution de la superficie des zones très érodées. D'après VALENTIN et ALBERGEL, 1986

Ces surfaces ont été multipliées par 20 de 1956 à 1980. De plus, si l'on excepte quelques zones naturellement fragiles et déjà érodées en sommet de versant, la quasi totalité de cette augmentation est d'origine anthropique.

Ces transformations du paysage sous l'action conjuguée de la sécheresse et de l'extension des zones de cultures modifient beaucoup les conditions de ruissellement (ALBERGEL *et al.*, 1985, c).

À titre d'illustration nous avons rassemblé dans le tableau III les caractéristiques annuelles de l'écoulement pour deux périodes à 20 ans

TABLEAU III  
Comparaison des écoulements annuels pour les 2 périodes étudiées

	1960	1961	1962	1984
Pluviométrie moyenne annuelle (mm)	725	685	1140	591
Lame écoulée (mm)	29	17	126	20
Coefficient d'écoulement (Σ)	4.0	2.5	11.0	3.4

d'intervalles. Il en ressort que malgré une pluviométrie déficitaire en 1984 (cinquantennale sèche) l'écoulement annuel reste comparable celui observé pour les années plus humides de la période des années 1960.

Le coefficient d'écoulement de 1984 est égal à celui prévu pour une année où la pluviométrie serait médiane dans une étude antérieure à la période sèche (RODIER 1975).

Par ailleurs, l'étude du ruissellement crue par crue (ALBERGEL et VALENTIN, 1986) montre une augmentation très sensible de l'aptitude au ruissellement de ce bassin en 1984 par rapport aux années 1960.

Il ressort de cet exemple que l'imperméabilisation relative du milieu engendre deux conséquences contraignantes pour l'agriculture, d'une part, la réduction de la disponibilité en eau du sol, et d'autre part, le risque de submersion dans les bas-fonds.

## CONCLUSION

La persistance d'années pluviométriquement déficitaires depuis 1970, la répétitivité d'années exceptionnellement sèches, la généralisation géographique du déficit pluviométrique caractérisent les variations récentes du climat au Burkina Faso.

La comparaison des productions végétales aux variations pluviométriques, fait apparaître une relative dépendance de la production céréalière et des pâturages sahéliens aux aléas climatiques. Par contre la production cotonnière continue de progresser malgré des déficits pluviométriques importants. Ce sont les écarts à la tendance générale imputable aux facteurs maîtrisables, qui reflètent les variations pluviométriques.

L'exemple du coton a été retenu pour illustrer le caractère intensif de la culture en raison de la disponibilité des données. Il est vrai que comparer cultures vivrières et végétation naturelle à la culture du coton paraît critiquable en raison de la sensibilité différente des espèces à la sécheresse, et de l'influence de la répartition pluviométrique sur les rendements. La considération de ces facteurs demande des investigations beaucoup plus poussées, qui ne sont pas intégrées dans notre niveau de perception, qui s'adresse à un bilan annuel à l'échelle du pays. Localement, des pratiques intensives plus traditionnelles (culture continue au niveau des auréoles villageoises soit sous parc à *Acacia albida*, soit sous fumure avec gestion collective) se sont montrées plus performantes que les pratiques extensives pour la même céréale.

À notre niveau d'étude, le facteur pluie annuelle s'avère être discriminant et l'analyse des trois productions végétales retenues montre que l'effet du risque se manifeste beaucoup plus dans le cas des systèmes extensifs d'exploitation.

De plus il apparaît que les techniques actuelles d'exploitation, caractérisées par une consommation d'espace, sont responsables de la dégradation du milieu : régression du couvert végétal, augmentation des phénomènes érosifs, chute de la capacité de rétention (accroissement du ruissellement) et baisse de fertilité (lixiviation). Ces derniers caractères liés au substrat édaphique deviennent de nouveaux facteurs contraignants non aléatoires et qui viennent exacerber les effets du risque sécheresse. L'influence de ces nouveaux facteurs contraignants sera d'autant plus accentué que le seuil de l'équilibre écologique sera atteint ou même dépassé.

Pour atténuer les effets du risque sécheresse qui est réel, et limiter la généralisation des contraintes liées au substrat, il serait vital de transformer les

techniques d'exploitation pour les adapter davantage à la situation de dégradation actuelle.

Des solutions techniques telles que : fumure, lutte anti-érosive, économie de l'eau..., éprouvées expérimentalement et déjà divulguées ne se sont pas révélées à la hauteur des résultats escomptés. En effet, elles ne sont pas suffisamment intégrés dans les préoccupations paysannes ni adaptées à leurs moyens. Une convergence entre ces solutions techniques et les pratiques paysannes devraient permettre d'améliorer la situation ou tout au moins limiter les effets de la contrainte écologique.

*Sources des données utilisées :*

- Pluviométrie : ASECNA, Bull. Agrométéorologiques, ORSTOM-CIEH
- Productions céréalières : OCDE-CILSS, Statistiques nationales
- Productions cotonnières : SOFITEX

BIBLIOGRAPHIE

- ALBERGEL (J.), CARBONNEL (J. P.), GROUZIS (M.), 1985 a. — Sécheresse au Sahel : incidences sur les ressources en eau et les productions végétales. *Veille climatique satellitaire*, n° 7 : 18-30.
- ALBERGEL (J.), CARBONNEL (J. P.), VAUGELADE (J.), 1985 b. — Aléas climatiques et production agricole : le coton au Burkina. *Acta Oecologia, Oecol. Applic.*, 6, 3 : 199-211.
- ALBERGEL (J.), RIBSTEIN (P.), VALENTIN (C.), 1985 c. — L'infiltration : quels facteurs explicatifs ? Analyse des résultats acquis sur 48 parcelles soumises à des simulations de pluies au Burkina Faso. Journées hydrologiques, Montpellier, ORSTOM, 24 p.
- ALBERGEL (J.), VALENTIN (C.), 1986. — « Sahélisation » d'un petit bassin versant soudanien : Kognere-Boulsa au Burkina-Faso. Colloque Nordeste-Sahel, IHEAL, Paris, 14 p.
- BERNUS (E.), FAUCK (R.), MARCHAL (J. Y.), 1984. — Le Sahel et ses problèmes : l'apport de la recherche. Afrique contemporaine. *La Doc. Française*, 129 : 11-17.
- BOUDET (G.), 1975. — Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. IEMVT. Ministère de la Coopération, 254 p.
- CARBONNEL (J. P.), HUBERT (P.), 1985. — Sur la sécheresse au Sahel d'Afrique de l'Ouest. Une rupture climatique dans les séries pluviométriques du Burkina Faso (ex Haute-Volta). *C.R. Acad., Sc.*, sér. II, tome 301, n° 13 : 941-944.
- CHEVALLIER (P.), CLAUDE (J.), POUYAUD (B.), BERNARD (A.), 1985. — Pluies et crues au Sahel. Hydrologie de la Mare d'Oursi (Burkina Faso 1976-1984). *Trav. et Doc.*, ORSTOM, Paris, n° 190, 251 p.
- DEWISPELAERE (G.), TOUTAIN (B.), 1976 a. — Un exemple de dégradation du couvert végétal sur une dune continentale fixée dans le Sahel voltaïque. *Photointerprétation*, n° 3, fasc. 1.
- DEWISPELAERE (G.), TOUTAIN (B.), 1976 b. — Estimation de l'évolution du couvert végétal en 20 ans, consécutivement à la sécheresse dans le Sahel voltaïque. *Photointerprétation*, n° 3, fasc. 2.
- FAURE (H.), 1983. — Cycles arides et cycles humides au Sahara et au Sahel. Colloque CNRS paléo-écologie des régions sahariennes. Benni-Abbes Algérie.
- GROUZIS (M.), 1979. — Structure, composition floristique et dynamique de la production de matière sèche de formation végétales sahéliennes (Mare d'Oursi, Haute-Volta). A.C.C. Lutte contre l'aridité en Oudalan, DGRST-ORSTOM, *rapp. multigr.*, Ouagadougou, 56 p.
- GROUZIS (M.), 1984. — Pâturages sahéliens du Nord du Burkina Faso. Capacité de charge, production fréquentielle et dynamique de la qualité fourragère. ORD Sahel, FED, ORSTOM, Ouagadougou, *rapp. multigr.*, 35 p.
- GROUZIS (M.), SICOT (M.), 1980. — A method for the phenological study of browse populations in the sahel : the influence of some ecological factors, in « Browse in Africa, the Current State of knowledge ». Symposium international sur les fourrage ligneux en Afrique. Addis-Abeba, 8-12 avril 1980. Le Houerou Ed., p : 233-240.
- GUINKO (S.), 1984. — Végétation de la Haute-Volta. Thèse Doctorat es Sciences. Université de Bordeaux III, tome I et 2. 394 p.
- HERVOUET (J. P.), 1980. — Du *Faidherbia* à la brousse. Modifications culturelles et dégradation sanitaire. ORSTOM, Ouagadougou, 26 p. *multigr.*

- LECAILLON (J.), MORRISSON (Ch.), 1984. — Politiques macroéconomiques et performances agricoles. Le cas de la Haute-Volta. OCDE. Centre de Développement, Paris, 146 p.
- LEE (A.F.S.), HEGHINIAN (S. M.), 1977. — A shift of the mean level in a sequence of independant normal random variables. A bayesian approach. *Technometrics*. Vol. 19, n° 4 : 503-506.
- LHOSTE (P.), 1977. — Étude zootechnique. Inventaire du cheptel. A.C.C. Lutte contre l'aridité dans l'Oudalan (Haute-Volta). DGRST-IEMVT, *rapp. multigr.*, 49 p.
- MARCHAL (J. Y.), 1982. — Facteurs climatiques limitants et calamités agricoles en région de savane : Yatenga, Pays Mossi, Haute-Volta, Hérodote. 24, 68-94.
- OLIVRY (J. C.), 1983. — Le point en 1982 sur la sécheresse en Sénégal et aux îles du Cap-Vert. Examen de quelques séries de longue durée (débits et précipitations). *Cah. ORSTOM, sér. hydrol.*, vol. XX, n° 1 : 47-69.
- RODIER (J. A.), 1975. — Évaluation de l'écoulement annuel dans le Sahel tropical africain. *Trav. et doc. ORSTOM n° 43* Paris.
- ROOSE (E.), 1977. — Érosion et ruissellement en Afrique de l'Ouest. Vingt années de mesures en petites parcelles expérimentales. *Trav. et doc., ORSTOM*, Paris, n° 78, 108 p.
- SICOT (M.), GROUZIS (M.), 1981. — Pluviométrie et production des pâturages naturels sahéliens. Étude méthodologiquement et application à l'estimation de la production fréquentielle du Bassin Versant de la Mare d'Oursi. Haute-Volta, ORSTOM, Ouagadougou, 33 p. *multigr.*
- SNIJDERS (T.A.B.), 1986. — Interstation correlation and nonstationarity of Burkina Faso rainfall. *Journal of Climate and applied meteorology*, 25 : 524-531.
- TERRIBLE (M.), 1982. — Occupation du sol en Haute-Volta, son évolution entre 1952-1956 et 1975. Centre Régional de Télédétection de Ouagadougou. 31 p. *multigr.*
- TOUTAIN (B.), DE WISPELAERE (G.), 1978. — Pâturages de l'ORD du Sahel et de la zone de délestage au Nord-Est de Fada N'Gourma (Haute-Volta). 3 tomes. IEMVT, *Études agrostologiques n° 51*.
- UNSO, 1983. — Plan national de lutte contre la désertification en Haute Volta. 56 p. + ann. doc. préparé par Grouzis M., Skoury.



# **En Afrique soudano-sahélienne : la course contre le temps**

## *Rythmes des averses et forces de travail disponibles*

Jean-Yves MARCHAL \*

Au nord du Burkina, le travail des champs débute en juin ou en juillet. Le calendrier cultural n'est pas fixe. Les dates de semis et, par conséquent, celles des sarclages et des récoltes sont en relation avec le rythme des ondées.

Le calendrier est d'autant moins fixé qu'il ne suffit pas que les averses tombent ou ne tombent pas pour que le travail se fasse ou s'arrête (tabl. I). Il faut encore compter sur la possibilité qu'ont les cultivateurs et culvatrices pour répondre ou non, et aux bons moments, aux caprices du temps : le temps qu'il fait. Or, en matière de culture, cela suppose que des forces de travail suffisantes, c'est-à-dire en rapport avec la surface à ensemercer puis à sarcler, soient réunies et puissent dans le meilleur temps : le temps qui court, effectuer les tâches rendues indispensables pour l'obtention d'une récolte satisfaisant au moins à la consommation annuelle du groupe de production.

*Budubo*, *warga*, *bânka* et *yaalûm* désignent en langue *moore*, parlée en pays mossi, les mois lunaires qui correspondent approximativement à juillet, août, septembre et octobre : les quatre mois consacrés aux activités culturales. Aussi peut-on dire que les semis (*budubo*) étant à peine achevés, il est nécessaire de procéder au premier sarclage (*warga*) puis au second (*bânka*) et parfois au troisième (*yaalûm*). Cependant, il arrive qu'il soit impossible de distinguer une succession des sarclages dans la mesure où les exploitants sarclent chaque jour, entre début juillet et fin septembre-début octobre. Tout est conditionné par le volume de main d'œuvre disponible par rapport aux superficies cultivées. Lorsque le rapport est nettement favorable, les sarclages peuvent se faire régulièrement : premier, second, troisième sarclages, avec des temps de repos. Mais, quand les forces de travail se résument à quelques actifs (cinq, six, par exemple, ou moins), le rythme de travail s'accélère.

### DANS LES VILLAGES : DEUX TYPES D'EXPLOITATION

A propos des façons culturales, un compromis se dessine entre la force de travail réunie, l'étendue des surfaces cultivées et le temps disponible. Plus encore, il s'agit de cadence, de rapidité dans l'exécution des tâches, en sachant

---

\* Géographe ORSTOM, 213 rue La Fayette, 75480 Paris cedex 10.

TABLEAU I  
Enregistrements pluviométriques, Ouahigouya, 1970

Dates	Durée des pluies	Hauteur (mm)	Hauteur cumulée
25/5	15h30-16h	6,1	6,1
30/5	14h30-15h30	6,1	12,2
4/6	16h-16h30	7,8	20
9/6	nuît 9/10	0,8	20,8
11/6	16h-16h30	2,6	23,4
12/6	nuît 11/12	3,1	26,5
14/6	nuît 14/15	0,8	27,3
17/6	15h30-15h40	1,6	28,9
18/6	nuît 17/18	0,5	29,4
19/6	6h15-6h30	0,7	30,1
21/6	18h30-19h	8,5	38,6
22/6	17h30-19h30	13	51,6
24/6	18h30-19h	3	54,6
28/6	nuît 28/29	1,1	55,7
2/7	nuît 2/3	15	70,7
4/7	nuît 4/5	19,5	90,2
7/7	13h45-14h30	6,7	96,9
9/7	nuît 9/10	14,5	111,4
11/7	nuît 11/12	5,9	117,3
13/7	nuît 13/14	9,5	126,8
17/7	nuît 17/18	6,3	133,1
18/7	nuît 18/19	2,6	135,7
20/7	6h15-12h	47	182,7
22/7	14h-14h15	2	184,7
27/7	nuît 27/28	5,7	190,4
29/7	5h-9h	4,8	195,2
30/7	13h-13h45	10,3	205,5
1/8	12h15-12h30	1,9	207,4
2/8	17h30-18h	2,4	209,8
4/8	8h45-10h	18,3	228,1
5/8	12h-12h20	1,2	229,3
9/8	12h30-13h	35	264,3
11/8	nuît 11/12	18,4	282,7
12/8	17h45-18h	0,7	283,4
15/8	9h-11h	32	315,4
17/8	14h30-16h	34,3	349,7
18/8	16h45-17h	0,9	350,6
19/8	6h-6h30	2,8	353,4
19/8	18h30-19h	7,8	361,2
24/8	nuît 24/25	1,7	362,9
26/8	nuît 26/27	6,1	369
28/8	nuît 28/29	1,8	370,8
4/9	nuît 4/5	10,6	381,4
11/9	15h30-15h45	1,3	382,7
12/9	nuît 11/12	5,3	388
13/9	15h30-16h	18,5	406,5
15/9	5h30-7h	8,1	414,6
15/9	16h45-17h15	7,8	422,4
16/9	23h20-24h	4	426,4
18/9	16h45-17h30	5,7	432,1
19/9	nuît 19/20	31,2	463,3
20/9	15h30-16h30	5,4	468,7
24/9	9h30-10h	1,1	469,8
27/9	9h-9h15	1	470,8
15/10	16h45-17h	1,9	472,7

profiter au mieux de la répartition des averses sur des champs groupés ou dispersés, plus ou moins vastes, et pour lesquels des options sont prises : façons soignées ou façons expédiées à la hâte. Deux stratégies communes à bien d'autres régions d'Afrique sont perceptibles au nord du Burkina, dans la région de Ouahigouya habitée par les Mossi : l'une qui vise à maximaliser la production pour un travail donné, dirigé, « rationnel », l'autre qui tend à minimaliser le travail pour une production déterminée, jugée « suffisante ». Entre ces deux situations extrêmes, se rangent de nombreux cas intermédiaires associant les deux attitudes.

Mais pour bien mettre en évidence ce qui distingue — lâchons les mots — la stratégie *intensive* de la stratégie *extensive* nous prendrons deux exemples-types parmi les exploitants du village de Say (à trente kilomètres au sud-est de Ouahigouya) : l'un dans le quartier Nayiri, au centre du vieux noyau villageois, l'autre dans le quartier de Warma, dans un enclos à l'écart. En orientant ainsi notre choix, nous voulons comparer une exploitation de caractère ancien à une exploitation de type moderne tel qu'il en existe de plus en plus, après l'éclatement des segments familiaux de production-consommation et l'émigration qui s'est accélérée au cours des dernières décennies : 25 % des hommes sont absents des villages et parmi eux la classe d'âge des 15-40 ans est affectée d'un taux d'absence de 40 %, beaucoup de ces hommes étant mariés.

Précisons donc d'emblée qu'une exploitation « moderne » est une petite exploitation confrontée à des problèmes de main-d'œuvre et qu'une exploitation de type ancien rassemble de dix-quinze personnes à plusieurs dizaines (cas de plus en plus rare, il est vrai), ces personnes, hommes et femmes, travaillant ensemble au moins à certains moments, notamment pour les sarclages.

L'exploitation de Nayiri est celle d'un notable : un *nakombga* ; celles de Warma est l'exploitation d'un chef de *zaka* (petite unité familiale de production) : A.N. ZALLE. Ici, point de nuance mais deux exemples caricaturaux que nous opposons volontairement l'un à l'autre, pour juger de la dualité des attitudes vis à vis des aléas climatiques. Nous nous bornerons dans cet article à l'étude du temps requis par les travaux et de la manière dont ceux-ci sont effectués, ce qui va demander de la part du lecteur une certaine attention.

À Nayiri, l'exploitation du chef est vaste : 27,68 ha de superficie mais les besoins de ce dernier sont aussi considérables puisqu'il doit nourrir 18 femmes et 25 enfants, plus 27 neveux, nièces et petits enfants que lui ont confié ses fils mariés, absents du village ; soit un total de 71 personnes *résidentes* parmi lesquelles 29 *actives*.

En outre, 56 habitants du quartier de Nayiri, vivant dans onze autres exploitations voisines, sont les « serviteurs » du chef. Parmi eux, 32 sont *actifs*. Ils cultivent leurs propres champs (au total : 24,85 ha), mais se joignent aussi à la famille du chef de Say pour la culture des « champs du chef », de ses épouses et de ses neveux et reçoivent en compensation une part de la récolte en provenance de ces champs.

Au total donc :  $29 + 32 = 61$  personnes *actives* qui se réunissent périodiquement sur un même ensemble de parcelles.

Ajoutons que la superficie globale de 27,68 ha était divisée, en 1970, entre 24,57 ha de céréales et 3,11 ha de cultures diverses (pois, arachides, sésame et coton), soit en moyenne : 0,45 ha/*actif* ; 0,40 ha de céréales et 0,05 ha de cultures diverses.

La superficie cultivée par *résident* — il y a 71 *résidents* dans l'exploitation

du chef et 56 dans celles des « serviteurs » — est plus délicate à calculer car le rapport ne doit pas tenir compte de  $71 + 56 = 127$  *résidents* consommant la production des seuls 27,68 ha des gens du chef. Dans l'exploitation du chef, la superficie/*résident* est de  $27,68 \text{ ha}/71 \text{ résidents} = 0,39 \text{ ha}$  et dans celles de ses « serviteurs », elle est de  $24,85 \text{ ha}/56 \text{ résidents} = 0,44 \text{ ha}$ , en moyenne. Ceci pour attirer l'attention sur les erreurs, que l'on peut être amené à commettre quand on ne possède pas toutes les informations sur la façon dont les activités s'organisent.

L'exploitation choisie dans le quartier Warma est beaucoup plus facile à décrire. Nous avons dit qu'elle était « moderne », au sens où elle est composée de trois sous-groupes rassemblant douze *résidents* → dont six sont *actifs*.

Le premier est formé de A.N. ZALLE, de son épouse et de ses quatre jeunes enfants ; le second : du frère cadet de ZALLE, de son épouse et de ses deux enfants, et le dernier : de la mère (veuve) de ZALLE est d'un neveu célibataire.

Les deux premiers sous-groupes travaillent ensemble 3,80 ha de céréales et 0,41 ha de pois, arachides et coton, plus un petit jardin. Les épouses, la vieille mère et le neveu cultivent, en plus, 1 ha de céréales et 0,16 ha d'arachides. Tout confondu, l'exploitation de ZALLE associe : 4,80 ha de céréales et 0,57 ha de cultures diverses (dont 0,48 ha en pois et arachides). La superficie/*actif* est de 0,89 ha de céréales et 0,09 ha de cultures diverses. La superficie/*résident* est de 0,45 ha.

On remarquera que, pour des superficies/*résident* très voisines les unes des autres (0,39 ha, 0,44 ha et 0,45 ha), les superficies cultivées/*actif* varient du simple au double.

## LES TEMPS DE TRAVAUX : UNE ANALYSE COMPARATIVE

Les détails qui précèdent ne sont pas inutiles si l'on veut bien examiner les temps de travaux dans chacune des deux exploitations agricoles retenues. Ces temps ont été comptabilisés en journées de travail de huit heures, par commodité, afin de pouvoir les comparer avec d'autres données recueillies par divers auteurs. Il s'agit de M. IZARD (1958) pour le village de Bouna situé à une centaine de kilomètres de Ouahigouya, de CARBON (1964) pour le village de Yaboosgo, près de Ouahigouya, de J. M. KOHLER (1971) pour Dakola, près de Yako, au sud du Yatênga, de R. BILLAZ (1979, 1980) pour Sabuni, village localisé à 25 kilomètres au nord-est de Ouahigouya et, enfin, de J. P. LAHUEC (1980) pour le village de Zaongho, région de Koupela.

Dans le village de Say, le temps de travail (suivi chaque jour par deux enquêteurs) a été compté en heures, lesquelles ont été multipliées par le nombre de personnes ayant effectivement participé aux différentes phases des travaux culturels, avant d'être divisées par huit pour connaître le nombre de journées nécessaires dans le cas où une personne aurait à travailler seule.

La journée de huit heures n'est qu'une moyenne car la journée réelle peut varier de six à sept heures (pour les semis et les récoltes) à dix ou onze heures (pour certains moments « performants » des sarclages). CARBON (1964) mentionne des journées de six à neuf heures et retient huit heures comme durée moyenne de travail journalier. KOHLER (1971) observe des journées de huit à neuf heures. Pour sa part, BONNEFOND (1980) propose de prendre une moyenne de six heures après avoir mené des enquêtes à Bouaké, en Côte d'Ivoire.

Deux lectures des tableaux, présentant les résultats d'enquêtes, sont proposées : celle du temps ramené à l'hectare cultivé et celle des durées brutes consacrées aux différentes phases des travaux.

— *le temps/ha* : 71 et près de 85 jours de travail pour un hectare de céréales, d'une part ; 60 et 83 jours pour la culture d'un hectare d'autres plantes sont-ils des résultats pouvant être comparés à ceux fournis par les autres chercheurs (tabl. II) ?

TABLEAU II  
Étude comparative des temps de travaux ramenés à l'hectare

Temps de travaux (1 ha)	DAKOLA	YABOOSGO	SAY		
			Nayiri	Warma	Moyenne
mil-sorgho niébé	85 jours	de 53 à 90 jours	84,5 j	71 j	78 j
arachide	-	80 j	83 j	60 j	71,5 j
pois		87 j			
divers		95 j			

KOHLER (1971) propose de retenir entre 85 et 100 jours pour le travail d'un hectare de céréales. De son côté, CARBON (1964) calcule des temps de travaux réels variant de 53 à 90 jours/ha : 60 jours/ha pour le sorgho et le petit mil et 30 jours/ha pour les plantes qui leur sont associées, principalement le niébé. Enfin, BILLAZ (1979) cite des sources de l'Organisme Régional de Développement (O.R.D.) du Yatênga : 66 jours pour un hectare cultivé en céréales dont 20 jours pour la préparation du champ (?), 5 pour les semis, 20 pour le premier sarclage, 15 pour le second et 6 jours pour la récolte.

De cette série d'informations il ressort que les données collectées à Say sont sensiblement comparables à celles enregistrées dans d'autres villages, soit du Yatênga, soit de la région voisine de Yako. Retenons : de 70 à 90 jours de travail pour un hectare de céréales et de 60 à 95 jours/ha pour les autres cultures (arachides et coton, principalement).

— *les temps bruts consacrés aux façons culturales* : plus intéressante est l'information se rapportant aux façons culturales qui s'enchaînent les unes aux autres au cours de la saison pluvieuse. De nouvelles comparaisons peuvent être faites, d'une part, entre les données recueillies à Say et celles d'autres régions du Burkina (tabl. III) ; d'autre part, entre celles qui intéressent uniquement les deux exploitations-témoins du village de Say (tabl. IV).

Pour ce qui intéresse le premier point, comparons à nouveau Say à Dakola puis à Zaongho (région de Koupela). Il ressort de l'analyse du tableau III que les temps de récolte paraissent plus étalés dans le Yatênga que dans les autres régions situées plus au sud, sans doute parce que les cultivateurs y attendent plus qu'ailleurs le mûrissement des mils (attente des dernières averses). Inversement, les temps de semis sont beaucoup plus courts dans le Yatênga (empressement à semer dès les premières ondées). Enfin, on remarquera que les temps de sarclages sont semblables d'une région à l'autre.

TABLEAU III

Étude comparative des temps consacrés aux différentes façons culturales sur les champs de céréales (en % du temps total)

	DAKOLA	ZAONGHO	SAY-Nayiri	Say-Warma	SAY-moyenne
Préparation et semis	17,5	24	9	21	15
1er sarclage	35,5	22 } 56	23 } 60	53,5	57
2e sarclage et suivants	23,5				
récolte	23,5	20	31	25,5	28
	100	100	100	100	100

TABLEAU IV

Comparaison des temps consacrés aux différentes façons culturales dans les deux exploitations de Say (en % du temps total)

	NAYIRI	WARMA
<u>Céréales</u>		
semis	8	19
sarclages	54	48,5
récolte	27	23
sous-total	89	90,5
<u>Autres cultures</u>		
semis	3	3,5
sarclages	5	3
récolte	3	3
sous-total	11	9,5
TOTAL	100	100

Maintenant que nous situons mieux nos résultats ponctuels dans leur environnement régional, revenons aux deux exploitations de Say pour ne plus les quitter.

Notons tout d'abord les effets de la disponibilité en main-d'œuvre sur la durée des différentes phases de travail. Ce point est capital puisque la superficie cultivée par actif entre en ligne de compte.

Le tableau IV met en évidence une série de variables étroitement imbriquées les unes avec les autres. Alors que le temps global consacré aux céréales diffère déjà d'une quinzaine de jours entre les deux exploitations, on s'aperçoit cette fois que Warma a mis pour ses semis le double de temps consacré par Nayiri à la même tâche mais, qu'en revanche, la durée des sarclages a été plus courte à Warma. Pour les autres cultures, le constat est identique. Il semblerait que Warma ait été « débordé » par les semis de sorgho et de mil et que, de ce fait, les autres tâches aient été un tant soit peu négligées, celles réclamées par les cultures autres que les céréales n'ayant pris que le minimum de temps.

Les différences qui viennent d'être notées peuvent s'expliquer comme suit en portant l'attention sur les dates de début et de fin des travaux et en gardant en mémoire le relevé pluviométrique du tableau I. On assiste à des enchaînements de cause à effet :

— Nayiri, avec son exceptionnelle force de travail, a réalisé les semis du 12 juin au 2 juillet (21 jours réels) tandis que Warma, avec seulement six actifs et en ayant pourtant commencé les semis le même jour que Nayiri, en profitant de la même « bonne » pluie, a prolongé les semailles jusqu'au 21 juillet (39 jours) ;

— la raison est que les co-résidents de Warma n'étant pas suffisamment nombreux pour ensemençer la totalité de leurs parcelles en une seule période de « pluies utiles », tombées les 12 juin, 21-22 juin et 2-4 juillet (tabl. I), ont dû attendre près d'un mois (nouvelle « bonne » pluie le 20 juillet) pour achever l'ensemencement des champs de céréales, voire réensemencer. À ce propos, il est bon de noter que la qualité des sols sur lesquels cultivent les gens de l'exploitation de Warma est inférieure à la qualité de ceux dont bénéficie le notable du quartier de Nayiri. Il s'agit là de sols sableaux à la capacité de rétention élevée alors que ZALLE et ses proches disposent de sols de mi-pente, moins profonds et plus gravillonnaires. Ceci fait que les premiers semis effectués à Warma n'ont pas tous pris et que cinq parcelles au moins ont dû être réensemencer jusqu'à trois fois de suite ;

— les semis n'étant donc pas achevés, la famille de ZALLE a néanmoins entrepris un premier sarclage le 8 juillet, d'où un recouvrement de deux phases de travail sur la même période, des semis et des sarclages peu soignés et un retard qui n'a pu être comblé : les cultures autres que céréalières ont, de ce fait, été négligées ;

— pendant ce temps, les gens de Nayiri ont d'autant mieux soigné le premier sarclage (arrachage des adventices et buttage des pieds de mil) qu'ils étaient entièrement libérés des semis, tous levés, et qu'aux membres permanents de l'exploitation se sont joints les « serviteurs » invités par le chef de village. Ce dernier a fait une *invitation de culture* le 9 juillet pour le premier sarclage. Pour le second, deux nouvelles *invitations* ont été lancées : le 4 août puis le 27 août. Une dernière *invitation* a été faite pour un troisième sarclage, le 22 septembre<sup>1</sup>.

Il est remarquable qu'à Nayiri, 29,5 % du temps requis par les cultures ait été consacré aux semis et au premier sarclage, sur un mois et demi, libérant autant de temps disponible pour soigner le second sarclage et les sarclages ultérieurs, étalés sur tout le mois d'août (32,5 % du temps total). Après quoi, plus d'un mois (du 30/9 au 9/11) a pu être consacré aux récoltes de mil et de sorgho (27 % du temps total). En somme : un calendrier équilibré, découpé en phases qui ne se sont jamais chevauchées.

En d'autres termes, si tout le monde profite des mêmes pluies ou subit les mêmes sécheresses, passagères ou prolongées, les chances ne sont pas égales pour tous, selon la disponibilité en main d'œuvre des exploitations aux bons moments ; il suffit de un ou de deux jours de retard dans les semis ou le premier sarclage, pour que la production soit, sinon compromise, du moins diminuée. Profiter de l'instant propice, n'en rien laisser perdre est une chose ; l'utiliser au mieux en est une autre.

Au quartier Nayiri, le chef de village dispose d'une superficie par actif moitié moindre de celle utilisée par ZALLE (0,45 ha contre 0,89) ce qui permet à

ses gens d'exploiter au maximum les bons moments, de soigner les cultures dans les temps et aussi de jouir de périodes de repos. Ils consacrent proportionnellement plus d'heures de travail aux champs mais parviennent néanmoins à économiser du temps disponible. Inversement, ZALLE, avec ses parcelles disséminées sur le terroir et surtout sa main d'œuvre réduite par rapport à l'étendue des champs, expédie à la hâte les sarclages après avoir « perdu » beaucoup de temps à semer ; il « court » après le temps.

Le peu de soins donnés aux sarclages par ZALLE et ses corésidents s'apprécie par le seul constat de la durée globale du temps du sarclage, qui est inférieure à celle accordée par les « gens du chef » au même ouvrage (38 j/ha contre 51 j/ha). Qui plus est, le groupement des efforts permet, pour une même tâche réalisée avec les mêmes instruments, d'aller beaucoup plus vite que l'addition des efforts individuels. Pendant qu'un actif isolé sarcle un hectare chez ZALLE, un actif associé à d'autres sarcle, chez le chef de village, non pas, 1,3 hectare mais beaucoup plus, ou bien, sur la même surface, effectue plusieurs sarclages au lieu d'un seul.

RAULIN (1967) donne un exemple significatif illustrant cette comparaison : « Alors qu'un cultivateur avait passé 25 journées (de 8 h à 13 h) pour sarcler (...) son champ de 2 ha, un groupe de travail de 15 personnes a effectué ce travail entre 9 h et 14 h. » Vingt-cinq jours dans un cas et quinze jours dans l'autre.

## TEMPS ÉCOLOGIQUE ET RYTHME DE TRAVAIL

Nous venons de prendre pour exemples deux types d'exploitations opposés dans leur mode de gestion de l'espace et du temps : gestion *intensive* dans un cas, *extensive* dans l'autre, mais soumis tous deux au même calendrier : celui imposé par le rythme des averses. Avant de conclure, une dernière remarque peut-être introduite, touchant à la durée de travail de chaque personne active dans l'une et l'autre exploitation.

D'une part, pour un *temps écologique* d'une durée de cent jours environ, courant de la mi-juin à la mi-septembre et qui constitue le temps fort des activités (semis et sarclages) et, d'autre part, compte tenu de la taille des groupes et donc de la superficie cultivée par actif, nous pouvons faire le constat suivant :

— À Nayiri, chaque actif a porté ses efforts (semis et surtout sarclages) en moyenne sur 0,40 ha de céréales et 0,05 ha de cultures diverses ; ce qui permet, d'après les informations détaillées dont nous disposons (MARCHAL, 1983), d'estimer sa participation aux travaux communs à :

7,5 j x 0,40 ha :	3 jours pour les semis de céréales ;
51 j x 0,50 ha :	20,4 jours pour les sarclages des céréales ;
22,3 j x 0,05 ha :	1,1 jour pour la préparation des autres champs (cultures diverses) ;
et 37,2 j x 0,05 ha :	1,9 jour pour les sarclages de ces autres champs.
total	: 26,4 jours pour 0,45 ha cultivé.

Chaque actif de l'exploitation du chef de village est censé avoir travaillé un peu moins de 27 jours sur les 100 jours « ouverts », soit un peu plus du quart du *temps écologique*. Nous dirons qu'une personne active travaille, à Nayiri, approximativement un jour sur quatre.

— À Warma, chaque actif a ensemencé et sarclé 0,80 ha de céréales et planté et sarclé 0,09 ha de cultures diverses. Sa participation aux travaux des champs peut être estimée à :



15 j x 0,80 ha : 12 jours pour les semis de céréales ;  
37,9 j x 0,80 ha : 30,3 jours pour les sarclages des céréales ;  
24 j x 0,09 ha : 2,2 jours pour la préparation des autres champs ;  
et 18 j x 0,09 ha : 1,6 jour pour les sarclages de ces autres champs.  
total : 46,1 jours pour 0,89 ha cultivé.

À Warma, chaque actif a travaillé en moyenne 46 jours sur les 100 jours « ouverts », soit un peu moins de la moitié du *temps écologique*, ou si l'on préfère approximativement un jour sur deux.

Les constatations qui viennent d'être faites entraînent plusieurs déductions mais aussi plusieurs interrogations.

1. À Nayiri, où les façons culturales sont *intensives* (faible superficie cultivée par actif, épandage de fumure, trois sarclages accompagnés de buttages, temps de travail élevé à l'hectare), un actif travaille moitié moins de temps que son homologue de Warma, où les façons culturales sont *extensives* (superficie cultivée par actif élevée, fumure, légère, sarclages peu soignés, temps de travail à l'hectare moins long). Plus de monde réuni permet donc à chacun de travailler moins : résultat logique, voire trivial.

2. La constatation qui précède paraît d'autant plus banale que les deux exemples diffèrent précisément du point de vue de la superficie cultivée par actif, un actif de Warma cultivant une superficie double de celle cultivée par un actif de Nayiri. Mais n'est-il pas logique également de s'interroger sur une telle évidence ? Comment se fait-il que le doublement de la superficie par actif entraîne la multiplication du temps de travail par deux, ou presque (multiplicateur 1,75), alors que, dans un cas, il s'agit de *culture intensive* et, dans l'autre, de *culture extensive* ? En 1970, la différence entre les deux options ne se mesurerait-elle que par une diminution du temps passé à l'unité de surface de l'ordre de 0,13 % seulement au profit des façons *extensives* ?

Ce resserrement étonnant des temps de travail s'explique de la manière suivante. Le doublement de la superficie par actif entre Nayiri et Warma n'a pas entraîné *automatiquement* le doublement du temps des semis mais sa multiplication par quatre tandis que le temps de sarclage n'a pas été doublé mais, au contraire, réduit d'un quart.

C'est l'accident survenu à Warma au moment des semis, accident climatique s'entend, qui est la principale explication du resserrement des temps de travail par actif et par unité de surface entre Nayiri et Warma. Il est des plus probables que si les semis avaient bien pris à Warma, le temps de travail eût été plus faible. Toutefois, l'irrégularité des pluies étant une constante du climat, nous sommes en droit de poursuivre notre interrogation. Les chances de réduire le temps passé à l'unité de surface sont-elles vraiment réunies quand les cultivateurs optent pour l'*extensif* ? Ne risquent-ils pas d'investir — au moins une année sur deux, en moyenne — autant de temps à l'unité de surface que ceux qui ont choisi d'appliquer des façons culturales plus soignées ? Ne sont-ils pas amenés à « courir » après le temps, comme l'ont fait, en 1970, les personnes vivant auprès de ZALLE ? On voit que l'économie de temps censée différencier les deux options culturales n'est pas évidente, si la faiblesse de la main d'œuvre disponible aux bons moments augmente, par exemple, le risque annuel d'un mauvais démarrage des semis.

3. La période de 100 jours que nous avons retenue peut-elle vraiment être qualifiée de « période de pointe » quand on remarque que la *culture intensive* réclame la participation des travailleurs un jour sur quatre et la *culture*

*extensive*, un jour sur deux ? Nous avons beau réexaminer nos données et refaire nos calculs, il faut bien se ranger à l'évidence. Alors, pourquoi parler de moments « performants » ? Quelles sont les informations sur lesquelles s'appuient les différents auteurs quand ils parlent de « travail sans relâche » ?

KOHLER (1971), par exemple, écrit que le cultivateur de Dakola est occupé approximativement cent jours de huit heures pour la mise en culture d'une superficie moyenne de un hectare (90 ares de céréales, 5 ares de légumineuses et 5 ares de coton). Ce chiffre, bien différent des nôtres, correspondrait au recouvrement complet de la période de cent jours par le travail des champs. Cependant, il faut savoir que le temps mesuré par KOHLER *comprend en plus du temps consacré au travail proprement dit, les moments de répit qui coupent ordinairement le travail*. De plus, si du total des 100 jours, nous soustrayons 15 jours de débroussaillage et de nettoyage des parcelles (qui ont lieu, à Dakola, avant les pluies) et 20 jours de récolte (après les pluies), il reste 65 jours de travail pour les semis et les sarclages. En supposant, maintenant, que les temps d'arrêt (comptés par KOHLER) soient d'une demi-heure environ chaque jour, soit pour 65 jours : 32 heures ou 4 jours de huit heures, le temps réel de travail à l'hectare n'est plus que de 61 jours. Il est de 55 jours pour 0,90 ha (superficie/actif cultivée à Warma) et de 27 jours pour 0,45 ha (superficie/actif cultivée à Nayiri).

À propos d'un village *Pana* de la région de Tougan (au sud-ouest du Yatênga), IZARD-HERITIER et IZARD (1958) notent de leur côté : « *il faut compter trois journées de travail de huit heures d'un travailleur-homme pour ensemercer un hectare en céréales, 25 jours pour le sarcler et 15 jours pour désherber...* », soit 43 jours pour un hectare 39 jours par 0,90 ha et 19 jours pour 0,45 ha.

Enfin BILLAZ (1979) détaille, pour le Yatênga cette fois, l'emploi du temps d'un travailleur cultivant toujours un hectare, comme suit : 5 jours pour le semis, 20 jours pour le premier sarclage et 15 jours pour le second. Ceci fait un total de 40 jours/ha ou 36 jours pour 0,90 ha et 18 jours pour 0,45 ha.

Quels que soient les exemples, nous aboutissons à des résultats très voisins, ou bien encore inférieurs au temps de travail/actif que nous avons calculé. Alors, pourquoi parler de travail « sans relâche » en Afrique soudanienne, pendant la saison des pluies ?

En fait, la question est mal posée. Travailler un jour sur deux ou un jour sur quatre ne signifie pas que l'emploi du temps ne soit pas chargé. N'oublions pas que les calculs tiennent compte de journées de huit heures réellement passées sur les champs et que les semis comme les sarclages se font les jours favorables, disons *utiles*, comme les pluies du même nom<sup>2</sup>. Et ces jours là sont vraiment des jours critiques. Si nous voulons nous reporter au tabl. I nous relevons que les jours *utiles*, en 1970, ont été ceux situés entre le 21 juin et le 20 juillet (30 jours), entre le 30 juillet et le 19 août (22 jours) et, enfin, entre le 4 et le 15 septembre (11 jours) ; au total : 63 jours. Cette année-là, on a donc travaillé à Nayiri, entre les premières et les dernières averses, un peu moins d'un jour sur deux *utiles*, et, à Warma, pratiquement tous les jours.

## TAILLE DES GROUPES ET STRATÉGIES CULTURALES

Il n'était sans doute pas superflu de nous arrêter sur l'emploi du temps des cultivateurs pour dévoiler les corrélations existants entre la durée du travail, la taille des groupes et la qualité des soins cultureux. Des constats aux déductions, des déductions aux interrogations, nous venons de « soupeser »

tour à tour chacun des termes couramment employés pour qualifier le travail des champs.

Nous retiendrons que, dans les différentes études répertoriées, la perception d'un travail « sans relâche », particulièrement au moment des sarclages, est relative aux analyses de temps de travail qui considèrent des individus travaillant séparément ; il est toujours question d'un travailleur-homme cultivant un hectare. L'observation faite de deux équipes, différant par leur taille et par les options culturales qu'elles ont choisies, amène à considérer une réalité bien différente. Difficile à présenter sous une forme simple sans pêcher par « réductionnisme », cette réalité peut toutefois s'énoncer en distinguant fondamentalement l'une de l'autre deux stratégies agraires.

1. La *stratégie intensive*, qui demande (relativement) beaucoup de temps à l'unité de surface, entraînerait dans le cas où le groupe qui l'applique est important (exemple de Nayiri), un temps de travail par actif relativement faible. Cette stratégie n'est cependant pas de nature à autoriser chaque individu à travailler quatre fois plus qu'il ne le fait en temps réel. Si l'on se réfère à notre estimation d'un rythme de travail un jour sur quatre, l'individu, part constituante du groupe, ne pourra pas (en le supposant seul) cultiver quatre fois plus de superficie que ne le permet théoriquement la durée du *temps écologique* ( $0,45 \text{ ha} \times 4 = 1,8 \text{ ha}$ ). Ce serait absurde.

Le groupe fonctionne de telle façon que des *temps morts* sont aménagés dans l'emploi du temps. Ceux-ci sont généralement utilisés à des fins autres que la production, encore qu'il faille rappeler, à propos de l'exemple de Nayiri, que les « serveurs » (comptés comme *actifs* dans l'exploitation du chef de village) doivent aussi trouver le temps de cultiver leurs propres champs (près de 25 ha). L'exemple de Nayiri aboutit donc à une surestimation des *temps morts*.

2. La *stratégie extensive*, qui permet (théoriquement) de consacrer moins de temps à l'unité de surface, peut, dans le cas d'un groupe de taille réduite et « dévoreur » d'espace (comme l'exemple vient d'être donné par l'exploitation de ZALLE), demander un temps de travail élevé par actif. Dans ces conditions, lorsque les circonstances climatiques sont défavorables — éventualité qui n'a rien d'accidentelle pour la région —, il peut arriver que le temps consacré à l'unité de surface soit très voisin de celui requis par les façons intensives (du fait des semis répétés, par exemple). Le cultivateur n'a plus alors la possibilité d'aménager des temps de repos dans son emploi du temps : on peut dire, cette fois, qu'il travaille « sans relâche ».

De surcroît, s'il est membre d'un groupe où l'accès à la terre est reconnu à chacun, il est aussi possible de considérer ce cultivateur comme travaillant seul « ses » parcelles ; il tend à s'isoler, au moins pendant que durent les travaux, de la collectivité et des liens de réciprocité (ou d'entraide) qui prévalent dans les groupes de travail du type Nayiri. Il n'a plus le temps d'« investir » dans d'autres activités, quand bien même celles-ci se résument à ses relations avec autrui.

Enfin, s'il donne aux champs le maximum de son temps et de sa capacité de travail, on notera aussi que la durée du *temps écologique* ne lui permet pas — au moins en mauvaise année — de cultiver plus d'un hectare en moyenne. L'exemple de Warma montre, en effet, qu'un individu confronté à la culture de 0,90 ha ne parvient pas à tout faire dans les temps. La *stratégie extensive* n'offrirait donc pas à celui qui l'applique la possibilité de cultiver une superficie « infinie » ; elle serait inconditionnellement limitée par la durée des pluies.

Qui plus est, si nous considérons la production globale obtenue, nous pouvons savoir quelle est des deux stratégies suivies : *intensive* ou *extensive*, celle qui paraît la plus opératoire eu égard au temps passé sur les champs et aux besoins alimentaires.

Par rapport au temps passé à l'unité de surface, l'*extensif* est avantageux (économie de temps de 15 à 25 %) mais, du point de vue du temps de travail par actif, le bilan est plus discutable. Il tourne nettement à l'avantage de l'*intensif* quand on examine la productivité à la journée de travail. L'affaire rebondit lorsqu'on analyse la productivité par actif. Cette fois, en « bonne » année, l'*extensif* peut disputer la place à l'*intensif* mais, en « mauvaise » année (sécheresse), sa productivité est beaucoup plus faible<sup>3</sup>. Bilan décevant dans un cas, appréciable dans l'autre, le système *extensif* ne peut réellement être jugé qu'en fonction de l'année. En année sèche, l'*extensif* court à sa perte ; en année humide, il se rachète : sa potentialité à produire se rapproche de celle de l'*intensif* mais il ne peut mieux faire (MARCHAL, 1985).

\* \* \*

Si la réalité n'est pas simple à saisir, en revanche il est clair que plus les groupes de travail se fragmentent et disposent de surfaces cultivées de plus en plus vastes, plus la course contre le temps, qui est engagée à chaque saison des pluies, est difficile à gagner. La taille réduite des groupes de production (réduite par scission sur place et par émigration) étant devenue à ce jour l'un des caractères communs aux collectivités rurales du nord du Burkina, il semble inéluctable que le rythme de travail soit aujourd'hui dans la majorité des exploitations beaucoup plus soutenu qu'il ne l'était autrefois. Les risques s'accroissent donc de ne plus pouvoir mener tous les travaux de front et, au bout du compte, que le volume de la production s'affaiblisse. C'est ce que nous voulions démontrer.

Janvier 1986

#### BIBLIOGRAPHIE

- AUDRY (G.), BERNUS (E.) et al., 1974. — *Observations immédiates engendrées par les aléas climatiques actuels en zone sahélienne*, ORSTOM-DGRST, Paris, 32 p. multigr.
- BILLAZ (R.), 1979. — *Recherche et Développement au Yatenga : évaluation des projets de développement rural en cours*, IPD/AOS, Ouagadougou, 50 p. multigr.
- BILLAZ (R.), 1980. — *Sabouna, un village du Yatenga*, Fasc. 2 : les systèmes de culture, IPD/AOS, Ouagadougou, 103 p. multigr., annexes.
- BONNEFOND (P.), 1980. — « L'étude de la force de travail en milieu rural africain », *Cah. ORSTOM, sér. Sci. Hum.*, vol XVII, n° 1-2 : 117-123.
- CARBON, 1964. — *Périmètre de restauration des sols de Ouahigouya*, Vol. 1 : *Projet d'aménagement et de mise en valeur*, 3 tomes multigr., jeux de cartes à 1/20 000.
- GALLAIS (J.), 1967. — *Le delta intérieur du Niger. Étude de géographie régionale*, IFAN, Dakar, 2 tomes, 618 p.
- IZARD-HERITIER (F.) et IZARD (M.), 1958. — *Bouna : monographie d'un village Pana de la vallée du Sourou (Haute-Volta)*, ISHA, Bordeaux, 184 p. multigr.
- KOHLER (J. M.), 1971. — *Activités agricoles et changements sociaux dans l'Ouest mosi*, ORSTOM, Paris, *Mémoire n° 46*, 246 p.
- LAHUEC (J. P.), 1980. — *Le terroir de Zaongho. Les Mossi de Koupela*, ORSTOM, Paris, *Atlas des struct. agraires au sud du Sahara*, n° 15, 108 p., 3 cartes h. t.
- MARCHAL (J-Y), 1983. — *Yatenga, nord Haute-Volta. La dynamique d'un espace rural soudano-sahélien*, ORSTOM, Paris, *Trav. et Doc.* n° 167, 874 p., cartes h.t.

- MARCHAL (J.-Y.), 1985. — « La déroute d'un système vivrier au Burkina : agriculture extensive et baisse de production », *Études Rurales*, n° 99-100 : 265-80.
- RAULIN (H.), 1967. — La dynamique des techniques agraires en Afrique tropicale du nord, CNRS, Paris, *Études et Docts.*, Inst. d'ethnologie, 181 p., pl. photos, annexes.
- SAUTTER (G.), 1975. — « Une enquête exemplaire : l'emploi du temps agricole en pays zande », *Études Rurales*, n° 60 : 73-88.

## NOTES

1. L'importance du groupe rassemblé pour les sarclages de la saison 1970 sur les « champs du chef » se laissait deviner à la fin de la saison sèche 1971, rien qu'à l'aspect travaillé, bosselé de la surface du sol. Les sarclages avaient été accompagnés de *binages* (aération du sol) et de *buttages* des pieds de mil. Le même aspect bosselé se rencontrait également dans quelques champs situés à proximité des vieux noyaux d'habitat des quartiers Têngânde, Toogê, Warma et Saab nayiri, là où certaines exploitations rassemblent encore des effectifs relativement importants (plus de dix personnes actives). Sur les champs de ZALLE, l'absence de petites buttes témoignait, au contraire, de sarclages à plat effectués rapidement.

2. Nous avons expliqué (MARCHAL, 1983) que la notion de « *pluie utile* » n'est pas facile à définir car : « Elle recouvre de façon complexe la conjonction de diverses conditions : une pluie ou une séquence de pluies assez forte pour mouiller le sol jusqu'à une profondeur suffisante pour attendre la pluie suivante (...), une probabilité d'occurrence de pluies prochaines pour relayer l'effet de cette pluie ou de ces pluies (...), une vitesse de germination des graines puis de développement des racines permettant à la plante, dans la séquence de pluies utiles attendues, de partir gagnante dans la course de vitesse qu'elle mène alors en concurrence avec l'évaporation directe » (AUDRY *et al.*, 1974).

GALLAIS (1967) propose, de son côté, la définition suivante : *une chute supérieure à 3 mm, suivie d'une pluie semblable dans un délai maximum d'une semaine*. Cette définition, donnée pour le Delta intérieur du Niger, est sans doute à retenir pour une région où les sols sont de nature sableuse et relativement profonds mais la valeur de 3 mm de pluie paraît insuffisante dès lors qu'il est question de sols gravillonnaires peu ou prou associés aux sables et argiles. Par exemple, pour le Yatênga, il faudrait plus que doubler la valeur proposée et avancer un minimum de 8 à 10 mm, tout en maintenant un intervalle maximum de sept jours entre les deux pluies. En-dessous de cette valeur et au-delà de cette durée, il est alors probable qu'une *sécheresse* puisse s'amorcer avec les implications qu'elle comporte vis à vis de la végétation.

3. *Productivité par actif* : en « bonne » année, intensif 285-300 kg. ; extensif 300-330 kg. et en « mauvaise » année, intensif 186-195 kg. ; extensif 166 kg.

*Productivité à la journée de travail* : « bonne » année, intensif 9,6 kg./jour ; extensif 6,5 kg./jour ; en « mauvaise » année, intensif 5,4 kg./jour et extensif 3 kg./jour. (cf. MARCHAL, 1985).



# **La panoplie des stratégies antirisques dans les exploitations rizicoles et agroforestières de Maninjau**

## *Actions individuelles et garanties collectives*

Fabienne MARY \*

Au sein du Pays Minang Kabau, dans la province de Sumatra ouest, le cratère de Maninjau délimite une micro-région originale : le centre de cet ancien cratère volcanique est occupé sur 10 000 ha par un lac bordé de rizières ; ses bords internes, compris entre 450 et 1 300 m d'altitude semblent au premier abord entièrement couverts d'une forêt dense, homogène. La forêt de Maninjau mérite cependant, un regard plus attentif : au-delà de 800 m d'altitude, c'est une forêt naturelle, assez dégradée, mais aujourd'hui protégée par l'État, interdite à l'agriculture et à l'exploitation du bois en raison des pentes fortes et de la fragilité des sols.

En dessous de 800 m, et jusqu'aux villages établis en bordure des rizières, la forêt est entretenue, exploitée, plantée. C'est une *agroforêt*. G. MICHON (1985) montre que sa végétation, entièrement façonnée par l'homme « mime » la forêt naturelle, par sa diversité, sa densité et sa structure étagée. Des fruitiers quasi-centenaires<sup>1</sup>, et des espèces cultivées pour le bois<sup>2</sup>, forment une canopée régulière, culminant à 40 m. D'autres fruitiers<sup>3</sup> et d'autres espèces à bois<sup>4</sup> constituent avec les cultures d'exportation<sup>5</sup> les strates moyennes et inférieures de la végétation. Outre ces espèces les plus importantes, généralement plantées ou du moins favorisées lors de leur croissance, de nombreuses plantes spontanées enrichissent la végétation de l'agroforêt et contribuent à diversifier ses fonctions économiques.

Les pentes du cratère, moins abruptes au nord, ont permis l'aménagement de vastes rizières irriguées en bordure du lac, tandis qu'au sud, la falaise, striée par des glissements de terrain fréquents, plonge directement dans le lac, laissant peu de place aux rizières. Ainsi, dans le sud du cratère, la densité de population est en moyenne de 150 habitants/km<sup>2</sup>, mais calculée par rapport à la seule surface agricole (surface forestière non prise en compte), elle atteint 700 habitants/km<sup>2</sup> ; au nord la densité avoisine les 300 habitants/km<sup>2</sup>, et rapportée à la surface agricole, 400 habitants/km<sup>2</sup>. La population totale de Maninjau oscille, depuis 20 ans, autour de 32 000 habitants : cette stabilité est

---

\* Socio-économiste, 4 rue de Bercy, 34 000 Montpellier

en partie due à un fort courant migratoire, le *Rantau* : migration traditionnelle des jeunes en dehors de la région, le plus souvent vers les villes.

Comme dans tout le pays Minang, la population de Maninjau est organisée en groupes de parenté matrilineaire gérant collectivement des biens lignagers. La terre, les rizières, les maisons communautaires et, dans les agroforêts, les arbres déjà âgés, constituent cette propriété collective acquise depuis au moins une génération.

Malgré une autonomie limitée par le pouvoir qu'exerce le lignage sur les biens de production qui lui sont concédés, la famille nucléaire reste le centre principal de décision en matière de production agricole, et peut être identifiée à l'exploitation. Elle est regroupée autour de la femme, seule bénéficiaire du droit d'usage sur les biens collectifs. Les hommes par contre en sont exclus, mais peuvent, et souhaitent de plus en plus, accéder à une propriété individuelle, fruit de leur travail, qui peut être une nouvelle plantation de muscade, de cannelle ou de café (VON BENDA BECKMANN 1979, JOSSELIN DE JONG 1980).

Il est ainsi fréquent que dans une même parcelle d'agroforêt, certains arbres soient en propriété collective, généralement les Durians et les arbres à bois, tandis que d'autres comme les plantations commerciales du sous-bois, soient la propriété individuelle d'un homme souvent étranger au lignage propriétaire du sol.

Les activités agricoles de Maninjau se répartissent entre la riziculture dont les cycles sont indépendants des saisons naturelles grâce à l'irrigation, et l'exploitation des agroforêts, rythmée par les périodes de récoltes des Durians qui absorbent totalement la population en juillet et en août. Cette agriculture est soumise à des aléas naturels et économiques qui engendrent des risques contre lesquels les agriculteurs se prémunissent, ou dont ils tentent de minimiser l'ampleur. Plusieurs mécanismes sont ainsi mis en place pour garantir au mieux les résultats économiques annuels de l'activité agricole et assurer la reproduction de l'exploitation à plus long terme. Si la plupart de ces mécanismes ne concernent que la seule famille nucléaire, d'autres, plus complexes, font intervenir le lignage matrilineaire et son organisation collective.

## PROTECTION INDIVIDUELLE CONTRE LES RISQUES DE LA RIZICULTURE

La riziculture est avant tout destinée à l'autosubsistance. Si dans le sud, elle ne couvre que le quart des besoins alimentaires de la population, au nord, elle procure des surplus commercialisables qui peuvent atteindre 30 % de la production totale. La production de riz présente un caractère aléatoire dû principalement aux attaques imprévisibles et difficilement contrôlables des rongeurs.

La première stratégie antirisque appliquée à la riziculture consiste à réduire les frais de culture au minimum. Pour cela, un seul cycle de riz est intercallé entre deux saisons fruitières, de manière à éliminer le chevauchement des périodes de gros travaux en rizière et en agroforêt, et éviter l'emploi de main d'œuvre salariée. (Seules les plus grandes exploitations y ont recours régulièrement). Ainsi les risques encourus par une mauvaise récolte sont limités.

Durant la période 1975-1978 pendant laquelle les rizières ont été dévastées par les rongeurs, d'autres mécanismes antirisques ont fonctionné. Durant cette



période, les commerçants locaux ont bénéficié d'une forte augmentation des apports de bois d'œuvre et de cannelle ont observé une forte augmentation de la production qui n'a retrouvé son niveau initial qu'en 1979. Les exploitants ont en effet puisé dans les stocks d'arbres conservés sur pied dans les agroforêts : le bois initialement prévu pour un usage personnel a été vendu, des canneliers dont on n'avait pas encore envisagé la coupe ont été prématurément récoltés. Ces plantes pérennes, préservées pour un emploi ultérieur, assurent ainsi une fonction d'épargne de précaution, utilisées pour couvrir les dépenses imprévues de toute nature (maladie, détérioration des maisons) et pour compenser les déficits des revenus escomptés.

Le recours à cette épargne n'a pas été le seul mécanisme mis en jeu durant les années 1975-1978. Dans les sous-bois des agroforêts, des cultures légumières de substitution (Taro, manioc, aubergine, piment), ont été cultivées pour l'autoconsommation et pour la vente ; d'anciennes plantations abandonnées de caféiers ou de muscadiers ont été débroussaillées et temporairement exploitées. Avec un investissement modéré ces plantations villageoises ont pu fournir rapidement une production additionnelle indispensable en période de crise. Les agriculteurs de Maninjau en sont conscients, et même largement pourvus en rizières ils n'abandonnent jamais tous leurs droits d'usage sur les agroforêts.

#### ADAPTATION DES EXPLOITATIONS À L'INCERTITUDE DES PRODUCTIONS AGROFORESTIÈRES

Les productions agroforestières sont aussi soumises à des aléas naturels et économiques. En premier lieu, la production de Durian est très irrégulière (BOMBARD (J.M.), 1984) : on compte en moyenne une mauvaise année sur quatre, et les causes en sont multiples. D'une part, les variétés locales n'ont pas été améliorées et la floraison ne se produit pas chaque année. D'autre part, quand elle a lieu, des prédateurs (singes, écureuils) et des coups de vent violents peuvent entraîner la chute prématurée des fleurs et des fruits, parfois jusqu'au total anéantissement de la production.

Par contre, le prix du fruit destiné aux marchés urbains régionaux montre une relative stabilité et n'apparaît pas comme un facteur supplémentaire de risque. À Maninjau, le Durian est le seul fruit des agroforêts commercialisé en grande quantité et représente à lui seul 10 à 30 % des revenus monétaires villageois. Néanmoins le mode de gestion du budget familial prend en compte l'incertitude de cette ressource saisonnière : le produit des ventes est presque toujours destiné à couvrir des dépenses que l'on pourra reporter à l'année suivante si la récolte n'a pas été bonne.

En second lieu, les prix des cultures d'exportation échappent totalement au contrôle des producteurs et subissent les fluctuations des cours mondiaux, très instables. Localement, une baisse importante du prix d'un produit est généralement suivie d'un abandon provisoire de la spéculation : les récoltes n'ont pas lieu, la plantation est délaissée. Pour la cannelle, il ne s'agit que d'un report de la date de la coupe qui peut se prolonger plusieurs années sans dommage pour la qualité de l'écorce<sup>6</sup>. Par contre, les productions de café et de muscade sont bel et bien perdues. Assez curieusement, les exploitants ne stockent pas ces produits qui se conservent pourtant facilement mais préfèrent se consacrer entièrement aux autres cultures en attendant la prochaine hausse des prix. Dès qu'elle a lieu, la plantation momentanément désertée est remise en valeur.

Deux particularités autorisent ce fonctionnement : d'une part, ces cultures pérennes supportent des périodes d'abandon sans perdre leurs capacités productives de façon notable ; d'autre part, les agroforêts associent plusieurs spéculations, destinées à des marchés différents et subissant rarement toutes ensemble une baisse importante des prix.

Ces fluctuations imprévisibles des prix à l'exportation interdisent aussi toute estimation de la rentabilité future des plantations nouvelles, qui ont un délai d'entrée en production de plusieurs années (3 ans pour le café, 6 à 8 ans pour la cannelle et la muscade). Plusieurs raisons peuvent expliquer la mise en place d'une nouvelle plantation<sup>7</sup> ; mais quelque soit l'origine de la décision et la ou les spéculations qui ont été choisies, l'exploitant tente de réduire au maximum le coût de cet investissement : rejets et graines sont récupérés sur d'anciens jardins, aucun fertilisant n'est utilisé ; l'apport initial se limite au travail de plantation et d'entretien, toujours effectué par la main-d'œuvre familiale, entre deux cycles rizicoles. On retrouve à propos des agroforêts, la stratégie « du moindre risque » déjà mentionnée pour la riziculture.

Divers événements, tels que les fluctuations de prix et les variations de récolte ont permis de mettre en évidence plusieurs processus d'adaptation à une situation d'incertitude : constitution d'une épargne de précaution et maintien d'une réserve de productivité dans les agroforêts, capacité d'adaptation des cultures d'exportation aux fluctuations des prix, gestion prudente du budget prenant en compte l'incertitude des ressources, limitation des charges culturelles et des coûts de plantation. Ces différents mécanismes sont complémentaires et s'exercent au niveau de l'exploitation agricole, afin d'assurer au mieux l'adéquation entre les besoins et les ressources des familles nucléaires.

### UNE ASSURANCE COLLECTIVE CONTRE LE RISQUE : LE GROUPE DE PARENTÉ MATRILINÉAIRE

Mais il arrive que la combinaison de ces stratégies antirisques soient insuffisantes, soit parce que plusieurs conditions défavorables ont pu durablement perturber l'équilibre économique de l'exploitation, soit à cause d'un événement particulièrement important comme la faillite de la riziculture durant les années 1975-1978. Ailleurs, un agriculteur en difficulté serait probablement acculé à vendre des biens, ou, au mieux, à les mettre en gage pour obtenir un prêt<sup>8</sup>. L'aliénation, même temporaire, de la terre et des arbres, l'engage alors dans un processus de désaccumulation, par la suite très difficile à enrayer.

À Maninjau, seuls les biens individuels peuvent être vendus ou mis en gage facilement. En effet, l'*Adat* (loi traditionnelle) interdit la vente des biens collectifs et n'autorise leur mise en gage que dans la mesure où aucun membre du lignage ne peut avancer la somme nécessaire, et à condition que l'argent emprunté soit destiné à payer les frais occasionnés par un mariage, un décès, la rénovation d'une maison communautaire, ou l'entrée en fonction d'un nouveau chef de lignage (VON BENDA — BENCKMANN 1979).

Ces prescriptions, encore en vigueur quoique de plus en plus souvent transgressées, ont pour effet de limiter l'autonomie de l'individu et la liberté de recourir à la vente ou la mise en gage des biens pour résoudre les problèmes économiques des exploitations. Mais elles conduisent les lignages à conserver leur patrimoine, ce qui garantit à tous l'accès aux biens fonciers, compte tenu du mode de transmission des terres à Maninjau. De plus, l'organisation sociale

contraint le groupe de parenté élargie à aider, dans la mesure du possible, ses membres en difficulté, notamment en couvrant certaines dépenses qu'ils ne peuvent pas prendre en charge (outre les dépenses citées plus haut, les frais de scolarisation ou ceux occasionnés par une maladie peuvent être payés collectivement).

Lorsque cette aide financière s'avère insuffisante pour rétablir une situation trop mauvaise, l'exploitant migre temporairement, quitte à abandonner pour un temps ses droits sur les terres collectives qu'il exploite. Là encore, il est aidé par la forte cohésion du groupe de parenté. En effet, son départ, et surtout sa quête d'un revenu monétaire sont facilités par la tradition séculaire du *Rantau*, migration temporaire des jeunes en dehors du Pays Minang Kabau, et ce, d'autant plus que les liens restent très forts entre les migrants et leur village d'origine (MOCHTAR NAIM, 1973)<sup>9</sup>. Les anciens migrants, encore installés en ville, fournissent une aide précieuse à ceux qui ont dû quitté le village (accueil, travail, contacts).

Ainsi la nécessaire cohésion du groupe de parenté élargie, et son corollaire, une autonomie individuelle réduite, sont les contreparties de l'aide que peut apporter le groupe à chacun de ses membres en difficulté. Tout se passe comme si le lignage jouait pour l'individu le rôle de garantie de dernier recours, lorsque les mécanismes habituels de protection contre les risques sont mis en échec ou s'avèrent insuffisants.

## CONCLUSION

Face aux aléas économiques ou naturels des productions rizicoles et agroforestières de Maninjau, plusieurs mécanismes de protection sont traditionnellement mis en œuvre par les exploitants agricoles ou par le groupe de parenté élargie.

Tout d'abord, l'exploitant tente de réduire au maximum les conséquences des risques par la réduction des charges de culture, aussi bien dans les rizières que dans les agroforêts : calendrier annuel du travail, techniques culturales et choix des espèces cultivées sont en parties déterminés par cet objectif. En second lieu, dans les agroforêts, l'association complexe d'espèces végétales, dont certaines constituent une réelle épargne sur pied, permet de répartir les risques sur plusieurs productions destinées à des marchés différents. En outre, les agroforêts peuvent être cultivées de façon plus ou moins intensive selon les besoins des exploitants, et en fonction de l'évolution des prix. Des années de quasi-abandon succèdent à des périodes de culture plus intensive, où toutes les niches écologiques sont valorisées, y compris le sous-bois. Enfin, au niveau de l'exploitation agricole, les différentes ressources sont affectées à des dépenses spécifiques en fonction de leur saisonnalité et de leur caractère aléatoire ; ainsi, le risque est-il pris en compte dans la gestion des recettes de l'exploitation.

Lorsque ces mécanismes de protection s'avèrent insuffisants pour assurer l'équilibre économique de l'exploitation agricole, d'autres stratégies sont mises en œuvre au niveau du groupe de parenté matrilinéaire : soutien financier pour l'exploitant et sa famille, et en cas de migration et de reconversion socio-professionnelle, accueil et aide des membres de la famille élargie déjà installés en ville.

Le maintien de ces mécanismes sociaux d'entre-aide exige en contre-partie la reconnaissance de l'autorité du lignage limitant l'autonomie de ses membres. Or, cet aspect de la société matrilinéaire Minang Kabau commence à être remis en question par l'évolution du statut de la famille nucléaire (généralisa-

tion de l'habitat individuel, rôle croissant du père dans l'éducation de ses enfants, travail de l'homme de plus en plus souvent effectué au bénéfice de sa femme et non plus de son lignage d'origine...) et l'émergence de nouvelles aspirations individuelles (maîtrise plus complète des cultures commerciales, accès de l'homme aux biens de production).

Jusqu'à présent la structure complexe des agroforêts a permis de satisfaire à la fois les aspirations nouvelles et les objectifs du lignage, en associant des espèces spéculatives, gérées individuellement, à des espèces pouvant garantir une certaine sécurité collective et une pérennité de l'agro-éco-système. Mais depuis dix ans, la culture commerciale du citronnier se développe rapidement dans toute la province. Cette culture particulièrement rentable<sup>10</sup>, quoique hautement spéculative, aurait la faveur des exploitants, mais étant héliophile, elle nécessiterait une coupe sévère des grands arbres (Durian et Bois d'œuvre) dans les agroforêts.

C'est à l'occasion de l'introduction de nouvelles cultures comme le citronnier que pourrait se manifester l'antagonisme croissant entre les objectifs du groupe de parenté matrilinéaire et les aspirations individuelles.

Faut-il alors parler d'un risque de destruction de la société Minang qui pourrait entraîner, à terme, la destruction partielle des mécanismes antirisques que nous avons évoqués plus haut ?

#### BIBLIOGRAPHIE

- VON BENDA BECKMANN (1979). — Property in social continuity La Hague.
- BOMBARD (J. M.), MICHON (G.), MARY (F.) 1984. — Traditional Agroforestry in Indonesia, Preliminary report for the L.I.P.I.
- JOSSÉLIN DE JONG (P. E.), 1980. — Deductive anthropology and Minang Kabau. Communication présentée au Séminaire International sur la société et la culture Minangkabau à Bukit Tinggi, 4-5 septembre 1980.
- MARY (F.), 1986. — Agroforêts et sociétés : étude comparée de trois systèmes agroforestiers indonésiens. Thèse de Docteur Ingénieur en Economie rurale (ENSAM Montpellier).
- MICHON (G.) 1985. — De l'homme de la forêt au paysan de l'arbre. Agroforesteries indonésiennes. Thèse d'Ecologie Générale et Appliquée. (USTL Montpellier).
- MOCHTAR NAIM (1973). — Merantau : Minangkabou Voluntary Migration. PhD. Thesis Univ. de Singapour.

#### NOTES

1. Le « Durian » : *Durio zibethimus* BOMBACACEAE
2. Le « Surian » : *Toona sinensis* MELIACEAE  
Le « Bayur » : *Pterospermum javanicum* STERCULIACEAE
3. Le « Kapundung » : *Baccaurea dulcis* EUPHORBIACEAE  
Le « Rambai » : *Baccaurea motleyana* EUPHORBIACEAE  
Le « Petay » : *Parkia speciosa* MIMOSACEAE
4. Le « Madja » : *Alangium of Kurzii* ANLANGIACEAE
5. La cannelle : *cinnamomum burmanii*. LAURACEAE  
Le café : *Coffea canephora* Piette. RUBIACEAE  
La muscade : *Myristica fragans* MYRISTICACEAE
6. La cannelle peut être récoltée à partir de 8 ans et jusqu'à 25 ans. Au-delà, l'écorce s'épaissit et sa teneur en essence diminue.
7. a) Un écart important entre les rentabilités de ces cultures d'exportation entraîne souvent, s'il est durable, une substitution de la spéculation la plus intéressante au détriment des deux autres.  
b) Il en est de même lorsqu'une des productions devient trop aléatoire comme c'est le cas de la muscade attaquée depuis 1979 par un virus difficile à combattre.

c) Enfin un exploitant peut décider de remettre en valeur le sous-bois inoccupé d'une agroforêt, soit juste après la coupe d'une quantité importante de cannelle, soit à la suite d'une longue période d'abandon.

8. Le marché foncier et la pratique du *gadai* (mise en gage de biens en échange d'un prêt) sont très actifs dans d'autres régions de l'Indonésie, comme à Java ouest où la société n'est plus structurée en fonction des liens de parenté élargie (MARY F., 1986).

9. Non seulement tout migrant conserve sur les biens collectifs un droit potentiel qu'il peut faire valoir s'il retourne au village, mais en outre il peut et doit participer aux prises de décisions importantes concernant son lignage : désignation d'un nouveau chef, coupe de bois, emprunt, mise en gage de terre...

10. Rendement annuel d'un verger de citronniers : 5 à 15 millions de roupies/ha (BOMPARD J.M., *Com. pers.* Les agroforêts de Maninjau rapportent annuellement de 2 à 5 millions de roupies/ha (en 1984 : 1 000 rp = 1 US \$).



# **Vie et survie domestique en zone forestière camerounaise : la reproduction simple est-elle assurée ?**

Alain LEPLAIDEUR \*

Le danger d'un écrit sur un tel thème est de passer à côté de l'essentiel : intellectualiser un débat entre acteurs académiques... Cependant faut-il se retrancher derrière la confortable description ethnographique et refuser la paternité de l'interprétation ? En effet, que de choses à dire sur le risque bien que ce thème, en constant filigrane dans nos démarches, n'a que rarement constitué un réel objet de recherche en soi. J'accorde un intérêt particulier au « risque-survie », à l'homme dont la survie dépend de la précision de chacune de ses décisions et de ses gestes quotidiens, l'homme de « l'Ile nue ». La collaboration avec les agronomes me fait privilégier dans cet écrit l'analyse du risque au niveau individuel, celui du chef de ménage(s) qui, en charge d'une famille et d'un statut social, a la responsabilité des décisions liées à « l'acte agricole ».

*L'acteur* : un homme de la zone forestière du Centre et du Sud du Cameroun encore imprégné de son passé socio-culturel du XIX<sup>e</sup> siècle (LABURTHER—TOLRA), de l'expérience coloniale de ses ascendants directs (Frédéric QUINN) et agissant aujourd'hui dans un univers économique qui lui donne accès au papier-monnaie.

*Le décor* : cette région du Cameroun est, pour l'essentiel, recouverte par la forêt, encore très dense au sud et à l'est de la zone — vers le Gabon et la Centre Afrique — et assez fortement dégradée au nord-ouest et aux alentours de Yaoundé.

La durée de croissance végétative annuelle des plantes oscille entre 270 jours à l'extrême nord-est et 365 jours au sud-ouest, ce qui autorise de longues saisons agricoles et en majorité deux cycles de cultures.

Les populations qui y vivent — Bassa et Groupes Béti, tels Eton, Manguissa, Ewondo, Boulou... — sont devenues sédentaires récemment à l'époque d'une colonisation qui n'a pas plus d'un siècle. Jusqu'alors, après quelques années d'exploitation du milieu, elles déplaçaient leur village et allaient chasser et défricher un autre coin de forêt. Le rapport à la terre était un peu celui que nos civilisations ont actuellement avec la mer<sup>1</sup>.

---

\* Économiste IRAT-CIRAD, BP 5035, 34032 Montpellier cedex

1. N.D.A. Ce n'est qu'une image simplificatrice, pas un concept. La comparaison ne peut donc être que limitée.

À l'heure actuelle, chaque village exploite une zone de forêt, dont une partie est cultivée en cacaoyères et en cultures vivrières associées. 5 % de la surface géographique est couverte par des cultures.

### *Premier acte* : PREMIÈRE NÉCESSITÉ, SE NOURRIR

Aujourd'hui, c'est par le mariage que l'homme s'affranchit de son « enfance-sociale ». La nouvelle cellule a alors droit à une portion de terre qui, domestiquée, assurera la subsistance de la famille. Fertilité, prolificité sont les deux valeurs qui déterminent la position sociale de la femme. C'est à elle qu'est dévolu le rôle d'assurer une nourriture abondante à toute la famille. C'est elle qui cultive les champs vivriers d'autoconsommation.

En ces zones forestières humides peu favorables aux graminées, les tubercules peuvent croître aisément. Manioc, banane plantain et macabo (*Xanthosoma sagittifolium*), parfois igname, constituent les bases alimentaires, agrémentées de l'arachide, du Ngon (cucurbitacée) et de différentes plantes condimentaires. Peu de produits facilement stockables dans cette liste et il faut pourtant se nourrir toute l'année. C'est ce critère qui va orienter le choix des systèmes de cultures mis en œuvre par les paysannes. Elles vont avant tout *gérer un système alimentaire*, le système cultural n'étant qu'une conséquence.

TABLEAU I  
Calendrier des récoltes en zones forestières

Zone forestière (hormis Mbam)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Arachide	XXX					XXX	XXXX					X X X X X
Maïs	XXXX						XXXXXX					XXXX
Macabo	X X X X X X X X X		---			---	X X X X X X X X X	---			---	XX
Plantain	--			X X X X X	X X X X X	---				X X	X X X X X X X X	
Manioc	X X X X X X X X	X X X X	---	---	X	X X X X X X X X	X X X X	X X X X	X X X X	--	X X X X X X X	
Mgôn ( <i>Cocumerossis</i> <i>manril</i> )	--									--	X X X X X X X	
RESUME												
Périodes de risques alimentaires			---	---	---							
Périodes d'abondance							---	---				---

XXX : périodes de pleines récoltes

Source : LEPLAIDEUR 1985

— : périodes de soudure ou d'abondance-alimentaires

--- : têtes et queues de périodes

La finesse culturale va consister à *étaler les récoltes* pour faire disparaître les périodes de risque alimentaire (mars à juin et octobre). Elles peuvent jouer sur les particularités climatiques de chaque année en choisissant des semis précoces ou tardifs. Conduisant leurs champs en cultures associées (dominante manioc, macabo, arachide, plantain et un peu de maïs) elles varieront, à



chaque cycle cultural, les densités de l'un ou de l'autre en fonction de leur estimation des quantités de tubercules restant dans leurs champs mis en place lors des deux cycles antérieurs. En prévision d'une consommation exceptionnellement élevée (fête de mariage...), elles mettent parfois en culture des parcelles dérobées aux abords des bas fonds.

TABLEAU II  
Densité/ha des différentes cultures en association :  
moyennes pour 450 fermes (enquêtes 75 à 78)

	en général	Létié	Nyong et K.	Méfou et Ny et S	Nord Dja Ny et Mfou	Dja et Lobo Mtea-Océan
Arachide	85 000	59 000	90 000	100 000	100 000	90 000
Maïs	2 500	1 500	4 500	2 000	2 500	2 500
Manioc	2 200	2 300	2 700	2 100	2 000	2 000
Macabo	3 000	2 000	6 000	1 750	500	1 000
Plantain	350	270	600	240	300	600
Igname	-	54	45	30	20	-

Usant d'un savoir issu de la cueillette sur une végétation spontanée où l'association de plantes est la règle, les femmes sèment donc plusieurs plantes à la fois dans leurs champs vivriers (4, 5, 6 plantes). Ceci leur permet d'avoir une succession de récoltes quasiment ininterrompue. Les tubercules — manioc et macabo — qui peuvent se récolter sur plusieurs mois, constituent leur « grenier » qui reste en terre. Elles peuvent y puiser au gré de leur besoin.

Partout, on rencontre de fortes réticences en parlant des cultures pures à haut rendement. Outre le fait qu'elles trouvent cela anti-naturel (la végétation environnante n'est-elle pas en association ?), elles craignent que ces pratiques n'impliquent une consommation d'espace plus grande et n'entraînent des surcroûts de travail au moment des plus faibles disponibilités : abattage, labour-semis et désherbage. De plus, l'enjeu final d'une augmentation de la production ne leur semble pas utile tant qu'elles arrivent à nourrir leur famille sans trop de mal.

Relatif équilibre entre besoins nutritionnels et production agricole ne signifie pas absence de problèmes et de recherche d'innovations. Elles inventorient trois facteurs qui limitent les résultats de leur effort :

— L'attaque des ravageurs, tels les singes et les hérissons, peut parfois diminuer de moitié la production d'un champ et remettre en question l'alimentation d'une famille. Ce n'est pas un phénomène isolé puisque 70 % des paysans enquêtés (450) y font référence.

— Tout de suite après vient le « kop », sorte de pustules densément réparties sur l'ensemble de la racine de manioc. Compte tenu des incessants va et vient des fourmis vers ces points, les paysans les assimilent à des œufs de fourmis. De fait, il s'agit de cochenilles souterraines élevées par des fourmis prédatrices. En leur présence (60 % des paysans le cite), la racine de manioc ne tubérise pas. Au stade 10 mois, elle n'a toujours que l'épaisseur du pouce.

— Enfin, se répand depuis 15 ans une mauvaise herbe appelée « la plante qui tue la forêt » ou « celle qui domine tout ». Cet eupatoire a deux noms scientifiques *Eupatorium* ou *Chromolaena odorata*. Véritable fléau, elle envahit les plantations et, en 6 mois, recouvre entièrement un champ de manioc ; en 12 mois elle étouffe les bananiers plantains. Dans ses zones d'actions, les paysans

estiment qu'elle a doublé les temps consacrés au désherbage, imposant une réduction des surfaces à planter et un accroissement des densités de plantation.

En 1983, sous les effets cumulés de la sécheresse, du kop et de la concurrence hydrique causée par la présence de l'Eupatoire, des champs entiers de manioc ont été quasiment anéantis, ce qui a laissé plusieurs régions dans une situation alimentaire précaire. Pourtant aucune innovation émanant de la recherche n'a encore fourni de réponse. En 1976, aucune de ces trois causes ne faisait l'objet d'un programme de recherche au Cameroun. L'avis convergeant de 400 paysans sur 450 interviews, reste « donnée d'opinion », alors que le rapide passage d'un seul expert renommé exprimant un diagnostic est admis comme un fait.

### *Deuxième acte* : ASSURER SA SURVIE SOCIALE

L'étage de l'autonutrition franchie, la famille va rechercher la couverture des risques de deuxième priorité et des risques exceptionnels. Compléments alimentaires, santé, assurer ses vieux jours et assurer son rôle social et économique au sein du village vont constituer les quatre nouveaux axes de son action.

Si la couverture calorique avoisine les 100 % dans la presque totalité des deux provinces, il existe un déséquilibre nutritionnel permanent pour la part protidique. La couverture n'est que de 85 % dont seulement 24 % apporté par les protéines animales, inférieur au taux normal estimé à 50 % (GABAIX, 1966). Dans ce contexte, la chasse, la pêche et la collecte des insectes consommables, deviennent des activités économiques majeures. Mais la sédentarisation a progressivement appauvri les ressources giboyeuses. Quelques uns ont alors développé spontanément des élevages de cobayes, le petit élevage ruminant essentiellement caprin étant réservé aux fêtes. Ces mesures insuffisantes obligent progressivement chacun à aller chercher sur le marché des aliments complémentaires, tels le poisson et le serpent séché. Si en 1954, la part du budget monétarisé consacrée à l'alimentation était de 14 % (BINET, 1956), elle passait à 20 % en 1966 (GABAIX) et à 25 % en 1977 (LEPLAIDEUR 1985).

Le facteur de production majeur de création d'une production agricole est ici la force de travail spécifiquement familiale. Essentiellement manuel, l'outillage n'est que le prolongateur du muscle, de la vigueur physique. Quand cette dernière décroît, la survie de la cellule familiale est remise en cause. Il faut donc se prémunir contre les risques exceptionnels de la maladie et contre la vieillesse.

Dans ces régions humides, les maladies sont légions : paludismes, filaires, rhumatismes, épidémies de rougeoles et de coqueluche... La pharmacopée traditionnelle (ZIPCY, 1976), très active, est cependant vite dépassée. L'appel à la médecine moderne reste très onéreux et peu accessible pour un budget annuel médian d'environ 95 000 CFA (LEPLAIDEUR, 1985). Pourtant les chefs de ménage sont suffisamment conscients de ce risque pour l'inclure comme un des justificatifs de leur stratégie de recherche de l'argent.

Ensuite le paysan va essayer d'assurer ses vieux jours en envoyant ses enfants à l'école. S'appuyant sur les règles fixant les devoirs sociaux du fils envers son père, il espère ainsi une « rente-retraite » si certains réussissent. Ainsi, malgré le prix de « l'écolage » — la scolarité est en effet payante — plus de 80 % des enfants vont à l'école (BARBIER, COURADE, GUBRY).

Reste enfin au chef de ménage la nécessité de consolider son contrôle sur

ses moyens de production, essentiellement la terre, et s'assurer une position sociale honorable.

Si, historiquement, la responsabilité de la production agricole était laissée à l'entité restreinte du *Nda Bot* (père-mère(s)-enfants), l'accumulation était fortement contrôlée au niveau du *Nkukuma*, « aîné social vivant » du lignage *mvog*. Une part de ses biens servait à assurer son prestige — nombre de femmes, richesse de sa case... — une autre étant redistribuée au niveau de dépendants. Un chef « trop avare » voyait fuir ses dépendants et, ne pouvant plus se défendre contre les agressions extérieures, périclitait.

« *La richesse qui fait le chef n'est pas pour lui, mais pour le groupe... qui le tient au talon...* ».

« *La présence du grand-riche exprime donc la réussite totale du groupe qu'il incarne, et qui se reconnaît en lui, dans une économie de parade dont les spectateurs se satisfont par la participation...* » (LABURTHE-TOLRA, 1981).

« L'esprit de ces règles » a résisté au temps permettant des proverbes humoristiques mais révélateurs tels que :

« *La richesse est intéressante quand c'est un parent qui la possède* » (interview à Ékali en 1977).

L'homme qui accumule est donc orienté vers la *consommation ostentatoire de son surplus* (WEBER) qui a deux voies d'affirmation : les éléments extérieurs marquant son prestige, la case et le nombre de femmes, et sa prodigalité lors des fêtes. Ces deux axes marquent sa stratégie de recherche de l'argent.

De la même manière, les lames de fond de l'histoire influencent encore les formes d'accès à la terre.

Il y a encore un siècle, l'abondance de la terre était telle qu'on ne la transmettait pas à l'héritage. Sédentarisation et pression foncière l'ont transformé en un bien ayant un enjeu social. Toutefois, même dans les zones — non majoritaires — où la pression humaine est la plus élevée, sa vente n'est encore qu'un phénomène marginal (WEBER, 1977). Le droit d'usufruit est encore dominant : celui qui a mis en place la plante cultivée est détenteur du sol durant tout son cycle végétatif. Avant 1930, les cycles végétatifs les plus longs étaient ceux du manioc (18 mois à 2 ans) et du bananier plantain (jusqu'à 5 ans si on laisse plusieurs générations se succéder). À cette date, l'introduction de la cacaoculture a fondamentalement changé l'esprit de la règle de l'usufruit : de 5 ans, le droit d'occupation est passé à plus de 40 ans, durée moyenne de vie de l'arbre. Premier glissement d'un droit d'usufruit vers un droit de propriété : le bien devient transmissible à l'héritage. Le cacaoyer est devenu un remède aux inévitables petits conflits fonciers. Entre 1930 et 1960, les femmes avaient coutume de semer systématiquement des graines de cacaoyer au milieu des champs vivriers. Même si la germination était peu performante, il restait toujours quelques arbres pour lesquels on pouvait identifier un planteur donc un usufruitier.

Cette pratique est encore à l'ordre du jour. Le cacaoyer marque le foncier et tout paysan a donc intérêt à en posséder... même s'il ne se soucie pas toujours de les récolter.

Cacaoyer marqueur de terre, mais aussi cacaoyer épargne. Santé, alimentation complémentaire, impôt, écolage, habitat, fêtes, demandent de l'argent. Le cacaoyer l'apporte selon les besoins. On ne le conduit pas en permanence de manière intensive : dans une société de consommation ostentatoire du surplus point n'est besoin d'accumuler, le chef du *Nda bot* raisonne en revenu cible, et l'on peut, lors d'interviews, assister à des scènes du type de celle-ci :

Visite d'un planteur dans la région de Zoétéélé (sud de la Zone). Après avoir discuté, vous accompagnez le paysan pour un « tour de plaine » dans ses champs. Une belle cacaoyère s'étend

derrière la case. Sur 50 mètres, elle est très bien entretenue puis tout à coup tout se dégrade : fruits pourris sur l'arbre, pas de sarclages, etc... L'œil amusé devant votre surprise, le paysan s'arrête à la frontière des « deux parcelles » et vous dit :

*« Tu vois, jusque là je suis bon planteur. C'est l'argent qu'il me faut chaque année pour mes besoins. De ce côté-ci, je ne récolte et n'entretiens que quand j'ai besoin d'argent en plus : payer des tôles pour le toit des cases, pour une fête... ».*

Ou encore ce chercheur économiste méticuleux qui chaque année pointait les commercialisations de cacao de certains planteurs. Il s'étonne un jour de découvrir une chute vertigineuse du cacao commercialisé chez un de « ses » planteurs : de 1,5 tonnes à 150 kg... en un an. Il connaît pourtant ses plantations qui peuvent bien donner. Il s'y rend. À l'approche de la case, il remarque que les cabosses n'ont pas été récoltées et pourrissent sur l'arbre. Le planteur est-il tombé malade ? À l'arrivée, il le rencontre travaillant à placer les tôles sur le toit de sa case. Vin de palme, plaisanteries, sourire et la question tombe : pourquoi ? « Avec l'argent du cacao de l'année passée, j'ai pu acheter mes tôles. Maintenant le travail urgent c'est la maison. Qu'irais-je faire avec l'argent du nouveau cacao ? » L'expert intensificateur est dérouté ! »

Société utilisant l'argent, oui, mais société pouvant s'en passer tel que le montre la figure 1 sur la trésorerie (enquête budget dans 32 UPP, LEPLAIDEUR, 1977, analysé par BARRAL, 1982).

Cas Zone reculée - Limite Dja et Lobo et Nyong-et-Soo

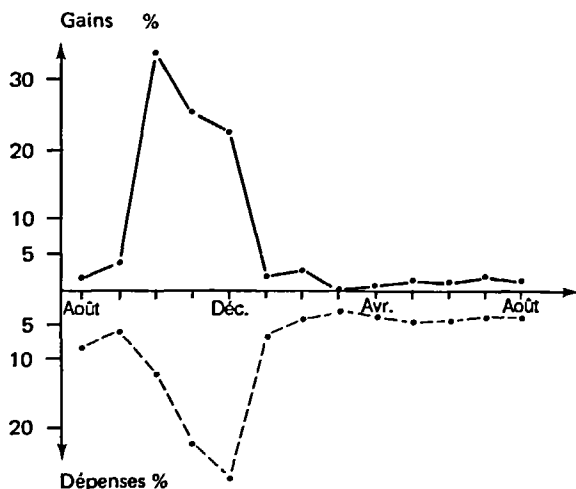


FIG. 1. — Entrées et sorties d'argent au cours de l'année (en % des entrées et des sorties annuelles) dans un village éloigné des circuits d'échanges, hormis le cacao

L'argent est consommé au moment des gains. Le village (13 cas étudiés) est donc en économie marchande d'octobre à janvier. Le reste de l'année, l'activité économique s'effectue sans l'intermédiaire de la monnaie. La monnaie a été assimilée comme nouveau moyen de fonctionnement partiel dans une organisation économique qui peut s'en passer.

*Troisième acte* : LES FACTEURS DU DÉSÉQUILIBRE : DE L'ARGENT LUXE À L'ARGENT BESOIN. TROP DE MONDE, LA CONCURRENCE S'ÉTABLIT. DU CONFORT RELATIF À LA SURVIE

Mais les hasards de l'histoire et de l'invasion d'un nouveau mode économique plus puissant exerce de telles pressions sur cette organisation sociale qu'elle ne peut gérer de manière socialement cohérente les transformations internes. Les mutations sont telles que l'Éthos économique premier, qui, en vue de conserver une hiérarchie sociale établie, imposait une consommation ostentatoire du surplus, va lui-même muter. L'accumulation individuelle, certes non encore encouragée, est cependant tolérée. Une région dans le Centre et le Sud du Cameroun est particulièrement révélatrice de ces évolutions : la Lékié.

Dans la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, les Eton ont dû quitter leur territoire situé au nord du grand fleuve Sanaga (environ 120 km au nord de Yaoundé) sous la pression des groupes Voutés armés par les musulmans (VON MORGEN 1893, SIRAN, 1980). Migrant parmi les derniers sur la rive gauche du fleuve, ils ne peuvent s'enfoncer vers le Sud déjà occupé par des groupes « cousins » Béti. Leur stratégie consiste à prendre la direction de l'ouest vers l'océan pourvoyeur de biens nouveaux. Ils comptent sur la force du nombre et concentrent leurs moyens humains sur un faible territoire.

La paix coloniale arrive à cet instant, désarme toutes les populations et fixe chacun sur ces territoires du moment, acceptant des zones de densité humaine faible (5 habitants/km<sup>2</sup>) à côté de régions peuplées de plus de 50 habitants/km<sup>2</sup>. Hormis une « accalmie foncière » entre 1900 et 1930, due aux recrutements en masse d'Éton pour le portage et les travaux de construction des grands axes de communication, les Eton vont axer leur survie sur l'exploitation d'une territoire limité. Très vite, c'est dans cette région que vont apparaître des formes très complexes de « jurisprudence traditionnelle » à la suite d'arbitrages fonciers dont J. WEBER (1974) nous rapporte les multiples méandres. De biens non transmis à l'héritage, la terre devient un enjeu indispensable à la survie individuelle. On se réclame de l'antique « droit de hache », du droit d'usufruit, et même du droit romain « moderne » de location ou d'achat pour se défendre. On va jusqu'à tirer le coupe-coupe et couper l'oreille du « voleur », signe de sa déchéance sociale (mise en esclavage) (vu à Niga en 1977).

On est amené à revenir de plus en plus souvent sur le même terrain. On ne laisse le sol au repos qu'une année ou deux alors que les conditions écologiques exigeraient un arrêt de culture d'au moins 10 ans (MARTICOU 1973) pour maintenir les potentialités agricoles.

Dans ces conditions, non seulement on ne peut plus avoir recours au gibier pour son alimentation protéique, mais la carence calorique devient structurelle. MASSEYEF l'atteste dès 1958 : seuls 85 % des besoins sont couverts. GABAIX confirme cette analyse en 1966 en notant que la forme alimentaire s'est encore dégradée en 10 ans : la macabo a diminué au profit du manioc et la consommation de vin de palme a augmenté, couvrant en partie ce nouveau déficit.

La survie s'organise autour de la présence proche de la grande ville. Elle absorbe le surplus de travailleurs de la Lékié et constitue une demande de produits agricoles à relative haute valeur marchande : maraîchage, vin de palme... (FRANQUEVILLE A.). Outre ces rapports marchands, elle favorise des

échanges non monétaires de biens et services entre urbains et ruraux d'une même famille, créant une nouvelle aire d'assurance-survie entre les deux types de communautés : famille rurale comme recours pour l'urbain en crise ; famille urbaine comme recours pour le rural en crise.

Le papier monnaie devient le bien d'échange permanent nécessaire à la survie économique.

Cas Zone proche des villes. La Lékié

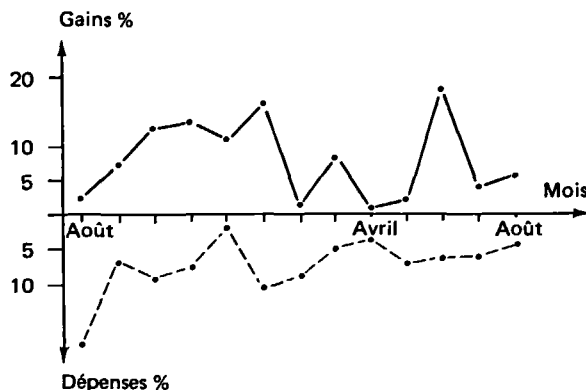


FIG. 2. — Entrées et sorties d'argent au cours de l'année dans un village proche des circuits d'échanges (exprimées en % des entrées et des sorties annuelles)

Dans ce village de la Lékié (Niga) situé à 90 km au nord de Yaoundé, les rentrées et les sorties d'argent sont quasiment permanentes.

Chacun intensifie sa production agricole : d'abord sa production vivrière en conquérant tout nouvel espace et sa petite cacaoyère qui, outre son apport régulier d'argent reste le seul espace à l'écart des conflits fonciers et l'écart de l'érosion du sol.

#### Quatrième acte : INNOVER OU DISPARAITRE

Dans sa dynamique de survie, le paysan a lancé lui-même la recherche d'innovations tous azimuts.

Deux des types d'associations vivrières communément pratiqués ont subi les contre-coups de la baisse de fertilité. L'*Afub essep* se faisait sur une terre forestière. Après défriche, on y plantait de la courge (Ngon) et du bananier plantain. L'*Afub bikoro* ou champ d'igname était, autrefois, très courant. Il est à présent trop risqué d'investir tant de travail dans un champ ne produisant qu'une seule récolte principale dont le rendement est incertain du fait de l'infertilité des sols. L'igname a pratiquement disparu.

Le troisième type de champ, connu de longue date, réussit à se maintenir. L'*Afub owondo* ou champ d'arachide peut en effet être pratiqué après débroussaillage de jachère de courte durée. On plante l'arachide associée au manioc, maïs, gombo, macabo, piments et légumes. On peut faire deux champs par an ; un en avril, appelé *Asil* et un deuxième en août *Akap*. L'*Asil* a une surface bien supérieure à l'*Akap* qui, parfois d'ailleurs, n'est même plus

préparé du fait de l'irrégularité des pluies de 2<sup>e</sup> cycle et du manque d'espace disponible.

Mais, toute une série de « champs mineurs » (Jane GUYER) a pris la relève. Leur finalité est soit la vente déclarée (*Afub elobi*), soit le champ de contre-saison qui limite les risques de pénurie alimentaire.

L'*Afub metouda* ou champ de patate douce est apprécié quand on s'attend à une certaine pénurie de manioc provenant du champ Asil de l'année précédente. La récolte avancée du maïs et de la patate que porte ce champ, permet de faire la soudure jusqu'à ce que les premiers maniocs de l'Akap de l'an passé viennent à maturité (en septembre).

L'*Afub mbas* ou champ de maïs pur. S'il est destiné à la vente, il est planté par les hommes, en mars-avril, sinon il est mis en place en janvier sur des sols hydromorphes et récolté en avril-mai, période de soudure alimentaire.

L'*Afub elobi asam* est un champ pluvial exploité traditionnellement sur terrain humide pendant la saison sèche de décembre à mars. Il est destiné à la production de légumes verts majoritairement vendus.

De la même manière, le cacaoyer ne va plus être seulement apprécié comme marqueur de terre ou comme épargne sur pied. Il devient un CAPITAL qu'on ne laisse plus dormir. Son potentiel de production est utilisé à plein chaque année. L'arbre devient alors *moyen de production* sur lequel on recherche une productivité optimale. De 213 kg/ha de production moyenne annuelle, la productivité par hectare dans la Lékié est, en moyenne, de 420 kg avec les mêmes variétés, les mêmes types de sol. La différence vient de la qualité des entretiens et de la récolte systématique de l'ensemble des cabosses.

La figure 3 marque l'évolution des perceptions que le paysan a de la cacaoculture dans des situations différentes de pression monétaire et d'accès à la terre.

Dans cette atmosphère de lutte pour la survie, de multiples conflits sociaux, fonciers et l'absence d'un abondant surplus, les fêtes de consommation ostentatoire, qui assuraient une certaine cohésion sociale, disparaissent. Le paysan essaye de survivre de manière individuelle. Au delà de la couverture de ses besoins alimentaires, deux stratégies guident son comportement social et économique. En premier lieu, il cherche à maintenir ses droits sur le foncier et éventuellement accéder à de nouveaux terrains. La Lékié est le département où le bornage administratif des terres avec titre foncier est le plus courant. Nouvelle étape vers l'appropriation privée du sol, la terre dûment répertoriée peut être cédée contre argent. *Le bien « terre » s'introduit en économie de marché* et peut s'acquérir avec la monnaie. Il devient objet potentiel d'accumulation.

S'il reste encore un surplus, il est investi dans l'habitat qui marque, aux yeux de ses frères, la victoire sur la survie. On assiste ainsi à une nouvelle stratification sociale liée à une mutation progressive de l'Éthos économique.

Les lectures d'anthropologues et historiens qui ont analysé certains traits de ces évolutions (J. GUYER, F. QUINN, L. NGONGO, J. WEBER) complétées par des interviews menés pendant 3 ans dans les régions situées dans des conditions différentes d'utilisation de la monnaie et d'accès à la terre ont amené à s'inspirer de manière encore intuitive de cette réflexion d'Élysée RECLUS :

« *La géographie n'est autre chose que l'histoire dans l'espace de même que l'histoire n'est autre chose que la géographie dans le temps* ».

Avis certes discutable mais qui a l'avantage d'insister sur la dimension où l'espace et le temps se rejoignent et permettent de présenter des premières

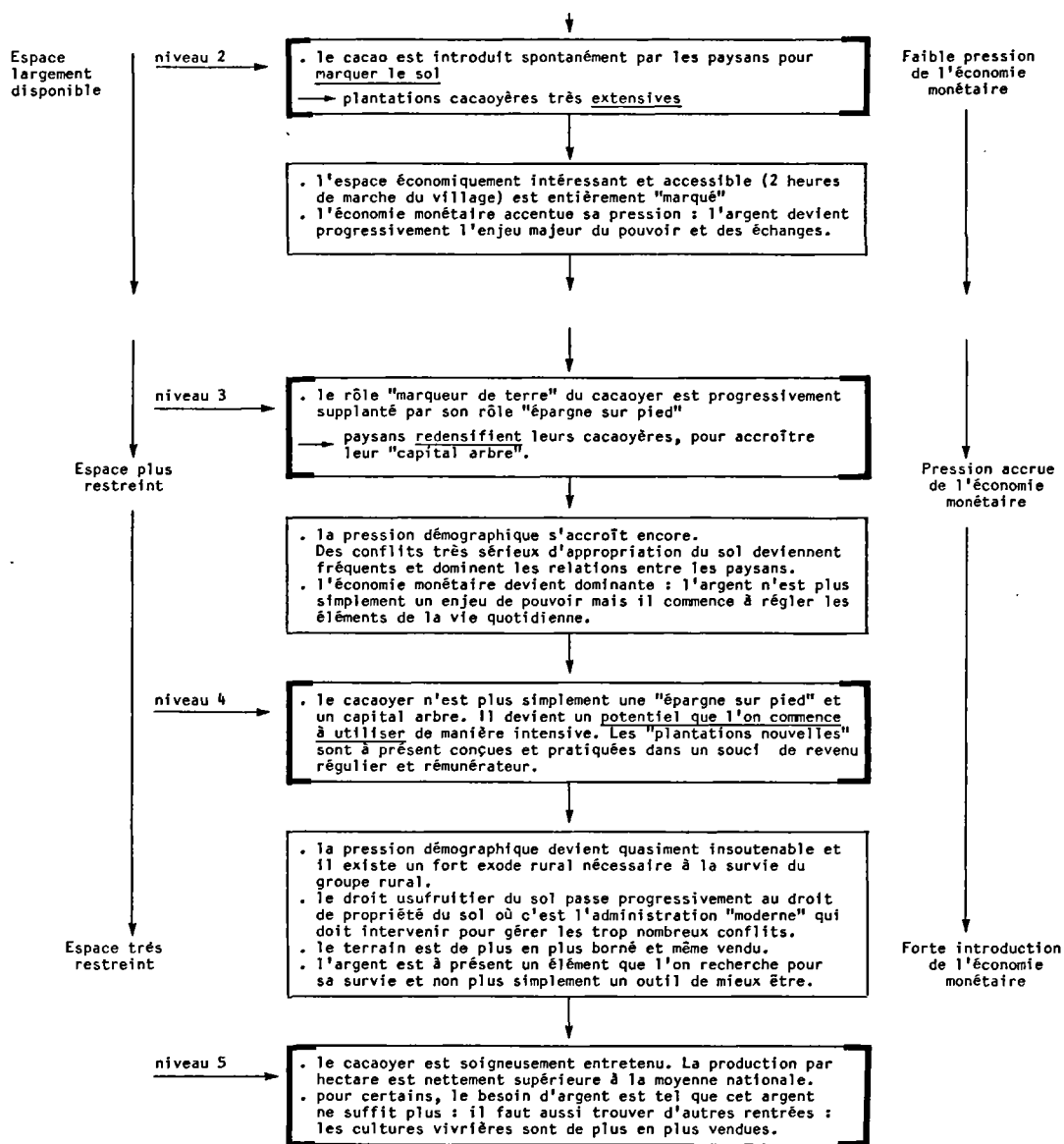


FIG. 3. — Statut de l'arbre cacaoier et son mode d'exploitation. On remarque qu'il peut successivement être perçu comme simple marqueur de terre, comme capital de recours ou comme capital systématiquement exploité. Toutes ces formes peuvent subsister dans un même village, mais la position dans l'environnement socio-économique (espaces disponibles ou non et densité des circuits d'échanges) détermine le stade spécifique dominant

conclusions sur la transformation de l'Éthos économique et le renforcement de la stratification sociale rendu possible par l'acceptation sociale de l'accumulation individuelle. La figure 4 rend compte de ces premiers résultats analysés à travers l'évolution du statut du sol.



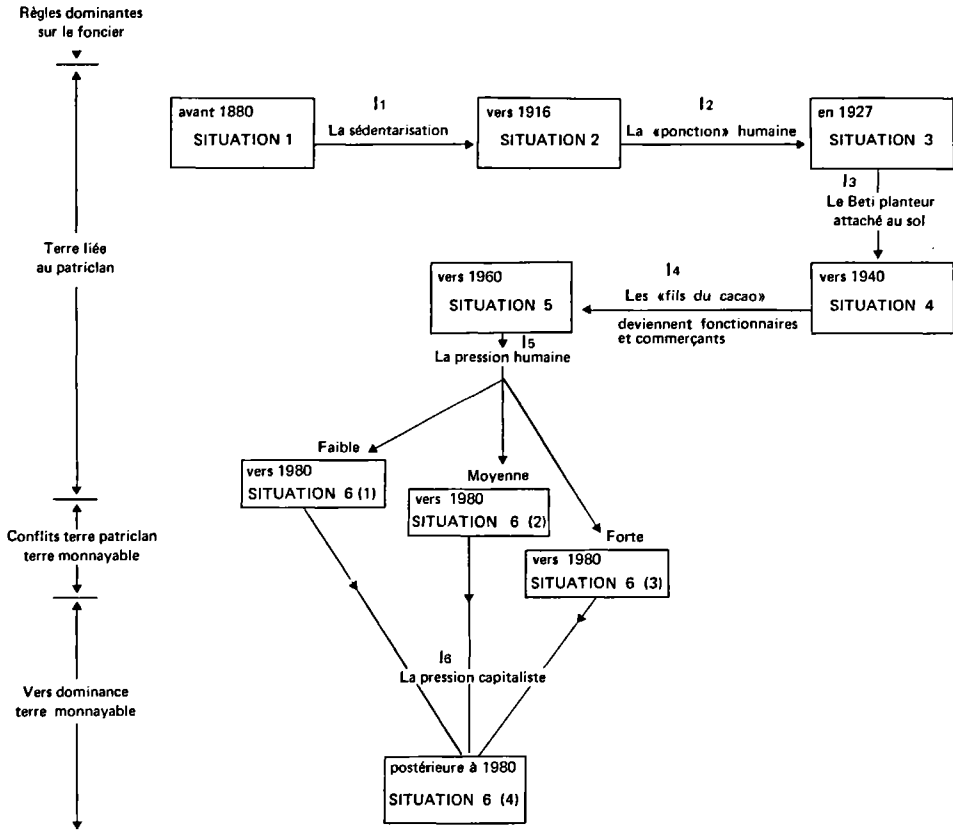


FIG. 4. — Évolution sur longue période du statut économique en zone Sud Camerounaise. Ce schéma résume les influences et leurs conséquences sur l'évolution des conditions économiques des Bété. 9 situations chronologiquement hiérarchisées sont définies par une série de caractéristiques : activités de la femme, de l'homme, statut du sol, type de conflits et leur régulation. Chaque flèche qui relie une situation à une autre porte un titre qui indique les influences dominantes qui ont favorisé la transformation. Le texte qui accompagne ce croquis définit les situations et les grands traits d'influence. On note que la dynamique cacaoyère débute réellement en 1927

SITUATION 1 : avant 1880

Le groupe est itinérant, essayant « en saute mouton » dans l'espace, de générations en générations. Parfois, un même groupe change de site deux à trois fois par génération. La femme, *nourricière*, cultive les vivres d'autoconsommation. Elle associe les « esclaves » et dépendants à ses tâches. L'homme noble pratique chasse et guerre.

Le sol est moins terre que territoire, zone d'influence, fondé sur l'aire de chasse et de « razzia ». Les conflits de territoire sont surtout entre groupes. Il se régulent par la guerre et des mariages qui fixent les nouvelles alliances politiques. Quand la zone devient incertaine (manque de gibier, de vivres ou razzia trop fréquentes des voisins) on change de territoire ou on accepte la dépendance.

Influence 1 : la sédentarisation (1880-1916)

La colonisation allemande, fondée en premier lieu sur l'exploitation de l'ivoire et de la liane à caoutchouc, sécurise ses voies d'échange vers la côte : les populations sont désarmées et regroupées, dans un but de contrôle, le long des axes de commerce. Le portage (seul moyen de transport entre le centre et la côte située à 300 km) nécessite des hommes enrôlés dans les travaux.

## SITUATION 2 vers 1916

Les armes disparues, les groupes ne peuvent plus conquérir de territoires. Ils se sédentarisent. L'homme est mi-chasseur collecteur (ivoire-caoutchouc) mi-porteur. Les conflits de « territoire », encore considérés comme zones de chasse à l'éléphant sont à présent réglés par l'administration. C'est à cette période que le lien patricien-sol se renforce.

*Influence 2 : la ponction humaine (1916-1928)*

Les débuts de la colonisation française se caractérisent par une diminution des chasses à l'éléphant, mais un renforcement des enrôlements pour le portage et les grands travaux (construction du chemin de fer et plantations de l'Ouest Cameroun). Compte tenu du trafic de la côte vers le centre, on estime que plus des deux tiers de la population masculine était sur les routes et les chantiers. Ces mesures n'ont pu se réaliser qu'en s'alliant un système hiérarchisé de chefs autochtones nommés et révoqués par l'administration coloniale.

## SITUATION 3 vers 1927

La cohésion sociale du groupe s'est étiolée devant la nomination jugée arbitraire des « chefs » perçus comme exécutants du pouvoir colonial (recrutement pour les corvées, les « travaux volontaires »...). L'individualisme s'accroît. La hiérarchie sociale entre « Hommes vrais », dépendants et esclaves s'estompe d'autant plus que les rites d'initiation sont abolis. La femme est agricultrice (cultures vivrières), l'homme le plus souvent porteur ou aux « corvées ». Le sol passe progressivement de « territoire » à terre d'agriculture.

*Influence 3 : Du Bêti porteur au Bêti planteur (1927-1945)*

En 1927, Yaoundé est relié à la côte par le chemin de fer. Grand tournant dans les échanges, les portages vont progressivement être réservés à des parcours plus restreints. De même la grande vague des travaux forcés est terminée. Les travailleurs et porteurs retournent à la terre. La taxation est renforcée et un encouragement est donné à la culture du cacao.

## SITUATION 4 vers 1940

Le retour en masse des hommes au village va permettre à certains chefs supérieurs de les « enrôler » sur des « plantations cacaoyères de village ». Mais, n'en voyant que rarement les fruits monétaires, chacun se retranche vers sa plantation, qui a alors l'avantage de permettre le paiement de la taxe, d'avoir accès à un surplus d'argent souvent investi dans la scolarisation des enfants, et de marquer le sol de l'usufruitier pendant 40 ans au moins.

Les héritages de terre sous forme de cacaoyères se développent de plus en plus. Le sol est alors clairement perçu comme zone de culture et les conflits sont principalement gérés sur la base du premier usufruitier.

*Influence 4 : Les fils du cacao deviennent fonctionnaires et commerçants (1945-1965)*

L'argent du cacao favorise la scolarisation et l'émancipation de nouvelles élites non dépendantes des systèmes administratifs des chefferies. Les villes principales prennent un nouvel essor démographique.

## SITUATION 5 vers 1960

Le groupe est sédentaire. Les chefs supérieurs ont disparus au profit de chefs proposés par la population et approuvés par l'administration centrale.

Les échanges villes-campagnes s'accroissent notamment par le réseau des « évolués-scolarisés ». La femme est agricultrice, l'homme cacao-culteur ou part temporairement vers la ville. Le statut du sol évolue vers la notion de *terres cultivées* + *jachère*. Les régulations des conflits fonciers s'appuient sur des règles différentes selon la pression humaine sur le terroir des villages.

*Influence 5 : La pression humaine différencielle*

## SITUATION 6 (1) vers 1980

Quand elle est faible, ce qui est le cas des villages éloignés des centres d'influence de l'économie marchande, la structure politique du village s'appuie encore sur les anciens lignages nobles. La femme est agricultrice surtout pour l'autoconsommation. L'homme est mi-planteur, mi-chasseur. Le sol est encore perçu à la fois comme terre de culture et terre de chasse. Il n'y a pas ou peu de conflits individuels encore tranchés localement sur les bases du droit de hache et du droit d'usage. On accepte encore faiblement les allogènes qui peuvent recevoir une parcelle destinée uniquement aux cultures vivrières.

SITUATION 6 (2) 1980

La pression démographique est soutenue mais tolérable (environ 40 hab/km<sup>2</sup>). La femme fait des cultures vivrières dont elle vend le surplus. L'homme est principalement cacaoculteur. Le sol a statut de terrains agricoles et de réserve forestière. Les conflits sont fréquents mais encore majoritairement contrôlés par le droit coutumier (l'usufruitier est alors dominant). Il n'y a pas de ventes de sol et seuls quelques uns assurent l'avenir en demandant un titre foncier (cas Nyong et Soo et Méfou).

SITUATION 6 (3) 1980

La pression démographique est forte (près de 100 hab/km<sup>2</sup>). La femme est agricultrice mais elle pratique systématiquement la vente de certaines denrées. Parfois même elle est collectrice-vendeuse. L'homme continue la cacaoculture à laquelle il adjoint les vivres de vente (bananier et maraîchage). Le sol est presque entièrement zone agricole avec pas ou très peu de réserves foncières ou de jachères. Les conflits fonciers sont très nombreux et leur régulation passe de plus en plus fréquemment devant les tribunaux modernes où le droit romain prédomine (titre foncier permettant l'achat et la vente). Cas de la Léké.

*Influence 6 (de 1965 à nos jours)*

À partir de 1960 et surtout vers 1975-1980, on note un tournant dans la hiérarchie des facteurs qui influencent le risque survie des paysans. D'une pression foncière résultant d'une « sur-densité » humaine, on assiste à une nouvelle forme de pression créée par l'installation d'un mode de production à base d'achat de terre et de capital. Les initiateurs sont les fonctionnaires et les commerçants attirés par les profits substantiels du cacao et des vivres que l'on peut vendre en ville ou exporter vers le Gabon.

SITUATION 6 (4) (postérieure à 1980)

L'homme, urbain absentéiste, investit dans l'agriculture par l'achat de terre et embauche d'une escouade de travailleurs. Pour éviter tout conflit avec sa famille, il fait ces investissements *hors de sa zone d'origine*, dans une zone peu peuplée (cas du Mbam).

Objectif : produire pour un marché, recherche d'un profit.

Cette « nouvelle cacaoculture » récemment apparue se développe surtout dans le Mbam, soutenue par les grands fonctionnaires et commerçants. Un mouvement de même type mais qui s'appuie plus sur les petits producteurs marchands de Bamenda (Ouest Cameroun) concerne à l'heure actuelle les régions du littoral et du sud-ouest.

**Cinquième acte : VERS LA COMPRÉHENSION SOCIO-ÉCONOMIQUE DU RISQUE ÉCONOMIQUE À TRAVERS UNE RELANCE DE L'ANALYSE EN TERMES DE REPRODUCTION SOCIALE**

Bien sûr, nous sommes en pleine pièce de théâtre : caricature d'une réalité autrement complexe où l'homme qui vit le risque est certes « quotidien-survie » mais aussi autre chose. L'homme n'est pas seul mais immergé dans un tissu social qui fixe les règles de répartition des biens en fonction d'une hiérarchie sociale. Dans ce contexte, chacun est doté *d'atouts différentiels* telles les quantités et qualités des sols, tels les statuts sociaux qui autorisent plus ou moins l'accumulation et le contrôle des circulations de biens.

L'enjeu scientifique revient alors à sélectionner ceux de ces critères qui, à un moment donné, sont déterminants pour expliquer l'évolution technique et sociale en cours. Certes inspirons nous des géographes qui analysent les relations de l'homme avec son espace mais sachons également dépasser leur cadre d'analyse qui privilégie parfois trop les rapports sociaux autour du foncier et limite l'aire d'analyse à un terroir implicitement fixé. La finalité d'un corps social est moins de sculpter un paysage que de domestiquer une série d'imprévus pour, quitte à changer quelque peu ses règles sociales, assurer au moins une reproduction simple. Quand les circonstances sont défavorables, il y a risque de paupérisation, de marginalisation progressive puis de disparition ; quand elles sont contrôlées, il peut y avoir un surplus qui, s'il n'est pas

consommé de manière ostentatoire, mais *accumulé*, peut constituer *un antidote à un nouvel imprévu*, un antidote au risque.

Une problématique socio-économique sur le risque suppose donc qu'il y ait une fine analyse sur *longue période* de la trilogie PRODUCTION-CONSOMMATION-ACCUMULATION au niveau des différents acteurs sociaux impliqués dans les processus d'évolution. Reste alors à déterminer les objets sur lesquels se réalise ou ne se réalise pas l'accumulation : terres quantité *mais aussi qualité* ; arbres, animaux ; réseaux d'échanges villes-campagnes, qui concrétisent les investissements complémentaires à l'agriculture...

Tout le problème est peut être là : discourir sur le risque ou essayer de *privilégier l'observation de la dualité risque-survie et accumulation telle qu'elle est perçue par les acteurs qui la vivent en un lieu et en un temps donnés*.

## BIBLIOGRAPHIE

- BARBIER (J. C.), COURADE (G.), GUBRY (P.), 1981-1982. — L'exode rural au Cameroun, in *cah. ORSTOM, Sér. Sci. Hum.* n° 1 : 107-147, Paris.
- BARRAL (H.), 1982. — Les paysans des zones forestières équatoriales. Les Betis du centre-sud du Cameroun. Mém. de maîtrise en géographie rurale, Université de Montpellier, 108 p *multigr.* + annexes.
- BINET (J.), 1956. — Budgets familiaux des planteurs de cacao au Cameroun. *L'homme d'Outre Mer* n°3, ORSTOM, 154 p.
- FRANQUEVILLE (A.), 1972. — Les relations ville-campagne sur la route au Nord de Yaoundé, in *Cah. ORSTOM, sér. Sci. Hum.*, Vol IX, n° 3 : 337-387, Paris.
- GABAIX (J.), 1966. — Le niveau de vie des populations de la zone cacaoyère du Centre Cameroun. Enquête 1964-1965. Paris, Sedes et Yaoundé, Ministère du plan, pages 200.
- GUYER (J.), 1977-1978. — (1) Le système de production agricole féminin — Département de la Léké. Rapport mult. ENSA Yaoundé — 87 p. + annexes ; (2) The food economic and French colonial rule in Central Cameroun, in *Journal of African History* XIX-4.
- LABURTHE-TOLRA (P.), 1981. — Les seigneurs de la forêt. Essai sur le passé historique, l'organisation sociale et les normes éthiques des anciens Bété du Cameroun. Paris. Publication de la Sorbonne, 490 p. ISBN 2-85-944-035-6
- LEPLAIDEUR (A.), 1985. — Les systèmes agricoles en zone forestière. Les paysans du Centre et du Sud Cameroun. Montpellier. Publication CIRAD-MESRU et IRAT. 615 p. ISBN 2-901987-13-3
- MARTICOU (H.), 1973. — Les freins à la pénétration du progrès technique dans l'agriculture camerounaise. In *Rev. Agronom. Trop.* Paris 28(5), 1973 : 519-536.
- MASSEYEF (R.), CAMBRON (A.), BERGERET (B.), 1958. — Le groupement d'Évodoula. Étude de l'alimentation. Paris, ORSTOM, 61 p.
- NGONGO (L.), 1982. — Histoire des forces religieuses au Cameroun, de la première guerre mondiale à l'indépendance. Paris, Éditions Karthala, 300 p. ISBN 2-86537-054-2
- QUINN (F.), 1970. — Change in Bété Society 1887-1960, Ph. D Los Angeles. University of California. 211 p.
- SIRAN (J. L.), 1980. — Émergence et dissolution des principautés guerrières voutées (Cameroun Central). *Journal des Africanistes*, 50, 1-1980 : 25 à 57. Paris.
- VON MORGEN (C.), 1893. — À travers le Cameroun du Sud au Nord. Yaoundé 1972 pour les Archives d'histoire et de sociologie de l'université. 215 p. + une annexe de commentaire par P. Laburthe-Tolra de 160 p.
- WEBER (J.), 1974-1977. — Structures agraires et évolution des milieux ruraux. Le cas de la région cacaoyère du Centre-Sud Cameroun, Yaoundé. ORSTOM, *ronéo* 50 p.
- WEBER (J.), 1977. — Reproduction des milieux ruraux, première phase : types de surproduit et formes d'accumulation. La province cacaoyère du Centre Sud Cameroun. In « essai sur le reproduction des formations sociales dominées. *Trav. et Doc. de l'ORSTOM*, n° 64 : 69-85, Paris.
- ZIPCY (E.) and Al., 1976. — Ethnopharmacologie camerounaise, in *J. Agric. Trop. Bot. appli.* T XXIII, n° 1-2-3, Janvier-Mars 76, Paris.

# **Le risque de désertisation en Tunisie présaharienne**

## **Sa limitation par l'aménagement agro-pastoral**

Christian FLORET \*, Houcine KHATTALI \*\*,  
Édouard LE FLOCH \*, Roger PONTANIER \*\*\*

### **PRÉAMBULE**

Cette contribution a pour but de présenter les problèmes liés aux risques de désertisation, induits par les pratiques de l'agriculture et du pastoralisme dans les zones arides du Nord Sahara.

La notion du risque est dans ces régions présahariennes relativement complexe. On peut considérer qu'il existe tout d'abord, pour les productions végétales et animales, un aspect du risque, uniquement lié aux caractéristiques climatiques (en particulier celles de la pluviosité) et contre lequel l'homme ne peut se prémunir ; en effet on ne peut, actuellement, maîtriser les aléas de la pluviosité. Par ailleurs l'homme, dans son désir de lutter contre l'aridité et d'améliorer les potentialités agricoles de ces régions (arido-culture, irrigation, élevage, etc...), induit dans la majorité de ses interventions un risque de dégradation et de désertisation. Ce risque, lié en outre à l'extrême sensibilité (ou fragilité) du milieu, s'ajoute au précédent, constituant un ensemble que l'on se propose d'analyser.

En raison des nombreuses études qui y ont déjà été effectuées ( LE HOUEROU, 1959, 1969 ; FLORET *et al.*, 1973, 1976, 1978 a et b, 1981, 1982, 1983 et 1984 ; Nations-Unies, 1977 ; KHATTALI, 1981 et 1983 a et b ; M'TIMET, 1983 ; HUYNH VAN NHAN, 1982, etc...), la Tunisie présaharienne a été choisie comme exemple, mais de nombreuses régions des autres pays nord-africains présentent les mêmes risques.

On s'efforcera donc, après avoir caractérisé cette région à haut risque climatique, de montrer comment les pratiques actuelles minimisent ou amplifient les nuisances d'origine climatique, de présenter quelques méthodes d'évaluation du risque de dégradation ou de désertisation, et de proposer quelques ébauches de solutions pratiques visant à réduire, ou du moins à stabiliser, les risques à un niveau acceptable par les populations.

---

\* Phytocécologue au CEPE Louis Emberger/CNRS, BP 5051, 34003 Montpellier cedex, France.

\*\*Géomorphologue à l'Institut des Régions Arides, Médenine, Tunisie

\*\*\*Pédologue, Mission ORSTOM, 18 avenue rue Charles Nicolle, 1002 Tunis-Belvédère, Tunisie.

## 1. PRÉSENTATION DE LA TUNISIE PRÉSAHARIENNE

La Tunisie présaharienne couvre environ 30 000 km<sup>2</sup>. La hauteur annuelle moyenne des pluies est comprise entre 100 et 200 mm (fig. 1). Ces pluies, très irrégulières, tombent surtout durant la période froide ; la sécheresse, accentuée par des vents desséchants, est quasi absolue entre mai et septembre. Le régime thermique est très contrasté. La moyenne des températures minimales du mois le plus froid (janvier) va de 4 à 7° C, celle des températures maximales du mois le plus chaud (juillet) de 32 à 36° C. Selon la classification d'EMBERGER la majeure partie de cette région se situe dans l'étage bioclimatique méditerranéen aride, sous-étage inférieur.

À ce climat correspond une végétation steppique très contrastée en raison des nombreux types de substrat présents, de la redistribution de l'eau de pluie par le ruissellement et de la pression plus ou moins forte de l'homme sur cette végétation (labour, surpâturage, etc...).

On assiste, depuis le début du xx<sup>e</sup> siècle, à une profonde transformation du paysage dans le Sud tunisien qui résulte de l'augmentation de la population et de sa sédentarisation dans les villages offrant écoles, dispensaires, etc... Ces populations se fixent souvent sur les piedmonts des montagnes afin de bénéficier des eaux de ruissellement, ou bien à proximité des zones inondables afin de pratiquer des cultures vivrières de décrue.

Ces changements dans le mode d'habitat sont accompagnés de modifications affectant les systèmes fonciers et l'utilisation qualitative et quantitative des ressources naturelles de l'espace rural. L'utilisation passée (début du XX<sup>e</sup> siècle) de cet espace était principalement représentée par l'élevage extensif (ovins, caprins) sur des pâturages collectifs et par une céréaliculture épisodique dans des zones traditionnelles bien adaptées. Ces populations pratiquaient alors une économie d'échange avec les habitants sédentaires des oasis afin de s'approvisionner en fruits, légumes et fourrages, qu'elles ne produisaient pas elles-mêmes ; elles assuraient leurs autres besoins par autoconsommation.

Ces transformations entraînent des modifications profondes du paysage et des « systèmes écologiques » du Sud tunisien. Les steppes, qui couvraient les sols des glacis limoneux au piedmont des montagnes, sont maintenant défrichées en totalité et l'érosion hydrique y est devenue importante. Les steppes des zones sableuses, très attractives pour la céréaliculture, voient chaque année de nouvelles surfaces défrichées, ce qui restreint d'autant plus les zones traditionnelles de pâturage. Ceci est d'autant plus grave que ces sols sont particulièrement sensibles à l'érosion éolienne. Cette dernière, s'ajoutant à l'érosion hydrique, conduit à une diminution globale de la capacité qu'ont ces sols à stocker l'eau de pluie qui ruisselle sur les terres ainsi dénudées, contribuant à grossir épisodiquement les oueds et à remplir les dépressions, voire à provoquer des inondations localisées catastrophiques.

Simultanément, la pression des animaux domestiques s'accroît sur les steppes à sols superficiels qui sont peu aptes à la mise en culture. Il y a diminution globale de la superficie des steppes pastorales en « bon état », au bénéfice de leurs stades de dégradation, dont certains ont atteint des seuils à partir desquels il est difficile d'imaginer une possibilité de reconstitution du couvert végétal. La gestion des ressources naturelles est alors déséquilibrée ; le prélèvement dépasse la capacité de renouvellement et les processus de désertisation sont engagés.

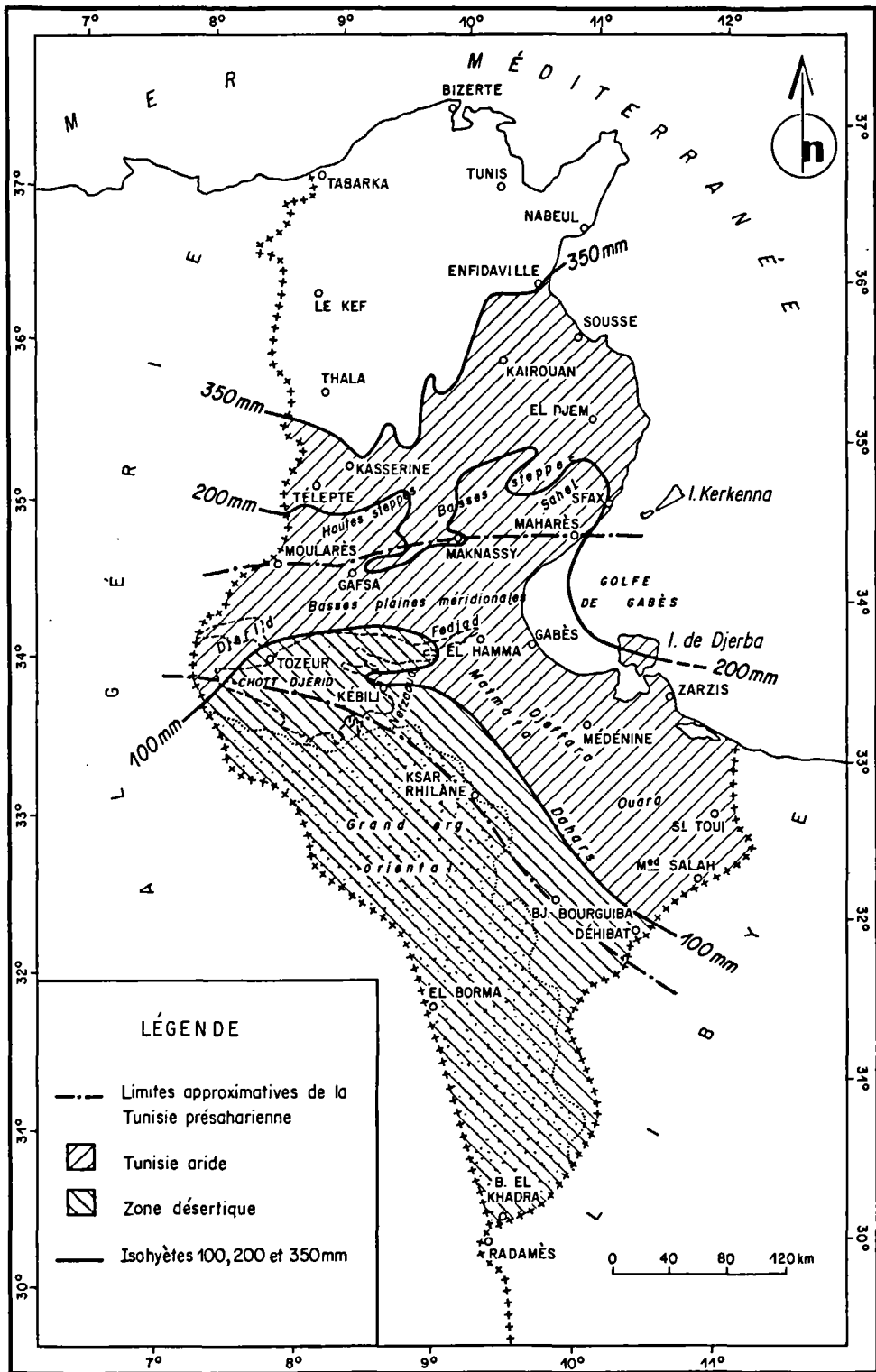


FIG. 1. — La Tunisie présaharienne

## 2. LA CARACTÉRISATION DU RISQUE EN AGRICULTURE

Le paysan et l'éleveur du Sud tunisien courent essentiellement deux types de risques :

a) un risque *annuellement répété* de voir des espérances de récoltes ou de production diminuées, voire même réduites à néant en raison du caractère aléatoire de la pluviosité.

b) un risque lié aux pratiques *à plus ou moins long terme, mais prévisible*, de voir certaines de ses spéculations fortement compromises en raison de la dégradation du milieu sur lequel ils opèrent.

### 2.1. Risque et pluviosité

L'eau, dans ces régions, est le principal facteur limitant de la production végétale. Si, dans l'ensemble, on peut dire qu'une bonne production est liée à une année pluviométrique favorable, il faut insister sur le fait que la précocité des pluies, le nombre et la répartition des jours de pluie au cours de la saison, l'intensité et la hauteur des averses, sont autant de variables à prendre en compte et à étudier pour caractériser le risque encouru, comme le montre le tableau I où est illustré un exemple de la variabilité des productions en fonction de la pluviosité de l'année.

TABLEAU I  
Pluviosité et production d'un glacis limoneux en Tunisie présaharienne (« Ségui »)

	Précipitations (en mm)			Nombre annuel jours pluie	Product. past. d'une friche post-culturale en Kg mat.sèche par ha	Prod. Céréal. (orge) en Kg grains/t
	totales annuelles	infiltrées annuelles	totale printemps			
1972-73	163	141	55	29	360	530
1973-74	371	146	53	15	1051	821
1974-75	167	138	103	24	1039	non observé
1975-76	356	307	127	31	1779	1220
1976-77	96	94	35	14	50	0

Il n'est pas question ici de faire une analyse statistique de la pluviosité du Sud tunisien, mais on peut reprendre les principaux résultats de FLORET et PONTANIER (1982) concernant une étude sur la Tunisie présaharienne.

En outre, en l'absence d'aménagement permettant la maîtrise des eaux de surface, certains milieux courent le risque de perdre énormément d'eau par ruissellement, augmentant ainsi les nuisances de l'aridité ; ceci est encore plus accentué lors des années qui devraient être bonnes (fortes hauteurs annuelles). Ainsi, au cours des fortes averses, on assiste sur un territoire donné à la redistribution de l'eau qui est fonction de la nature des formes édaphiques et surtout des intensités pluviométriques. On appelle pluie efficace  $P_e$ , la quantité d'eau de pluie qui recharge les réserves en eau du sol ; c'est la partie infiltrée (FLORET et PONTANIER, 1984).



Le tableau II donne un exemple de ce risque de perte d'eau par ruissellement en fonction de l'intensité. On y observe en particulier pour deux très bonnes années (73/74 et 75/76) identiques sur le plan des hauteurs annuelles, des coefficients d'efficacité de la pluie  $\frac{PE}{P}$  % respectivement de 40 % et de 86 %.

Cependant ce risque de perte d'eau n'est pas toujours un inconvénient dans les régions arides. Dans certaines situations c'est même un avantage que l'on utilise pour concentrer et mobiliser les eaux à des fins d'intensification de l'agriculture.

TABLEAU II  
Pluviosité et pertes en eau par ruissellement sur un glacis limoneux de la région de Gabès  
(in BOURGES *et al.*, 1984)

Période du 1/9 au 31/8	Hauteur de pluie précipitée (mm)	Perte en eau par ruissellement (mm)	Intensité maximale en 5 mn (mm/h)	Intensité maximale en 15 mn (mm/h)	Hauteur de pluie précipitée à une intensité moyenne supérieure à un seuil de		
					5 mm/h	12 mm/h	20 mm/h
1972-73	163	23	60	38	71	39	25
1973-74	371	225	144	106	279	242	242
1974-75	167	29	114	44	77	28	28
1975-76	356	49	42	24	62	31	0
1976-77	96	2	18	32	38	38	0

## 2.2. Pratiques culturales et risques de dégradation et de désertisation

Si les risques de sécheresse prolongée conduisent à court terme à des périodes de disette, le retour d'années plus favorables ne permettent pas toujours la remontée biologique du milieu naturel. En effet, les fluctuations périodiques de la pluviosité ont toujours existé, et elles ne peuvent expliquer seules la baisse actuelle générale des potentialités du milieu naturel en Tunisie présaharienne. La pression sans cesse croissante sur des terres utilisées sans discernement est à l'origine de la situation actuelle. « *C'est l'homme qui crée le désert, le climat n'est qu'une circonstance favorable* » (LE HOUEROU, 1969).

Le *pâturage excessif* provoque une réduction du couvert végétal et de la biomasse des espèces végétales présentes, associée à une raréfaction progressive des bonnes espèces pastorales et surtout des espèces annuelles et à un accroissement au moins relatif des espèces inaltérables (non pâturées).

La *mise en culture* a des effets beaucoup plus rapides et accentués, provoquant l'arrachage des espèces vivaces et la mise en mouvement des horizons superficiels du sol, essentiellement lors des labours à la charrue polydisque, pratique qui tend à se généraliser.

Quoique diffuse, l'*éradication et la cueillette des espèces ligneuses* est un phénomène dont la gravité est accentuée au voisinage des habitations où, à cause de la raréfaction de cette source d'énergie, elle s'exerce sur des végétaux de plus en plus petits et concerne également le système racinaire, anéantissant toute possibilité de régénération rapide de ces steppes.

## LES PROCESSUS DE DÉGRADATION

En Tunisie présaharienne, lorsque la végétation n'est pas trop dégradée, il existe, quelle que soit l'époque de l'année, une végétation pérenne qui couvre au moins 20 à 40 % de la surface du sol. Ce couvert augmente fortement pendant les périodes pluvieuses grâce au développement des plantes annuelles. Cette végétation est suffisante pour protéger le sol de l'érosion éolienne et même pour provoquer, au pied des espèces pérennes, le dépôt de sédiments (minéraux ou organiques), conséquence des vents, souvent violents dans ces régions. Par ailleurs, la présence de ce couvert végétal à la surface du sol est un frein efficace au ruissellement et à l'érosion hydrique qu'il ralentit ; les systèmes racinaires favorisent, par ailleurs, la résistance mécanique du substrat et l'infiltration de l'eau.

Si, pour une raison ou une autre, le couvert végétal est détruit, la partie supérieure du sol est soumise à l'érosion éolienne et hydrique (cf. fig. 2). Les particules sableuses enlevées par le vent s'accumulent alors en des endroits privilégiés sous la forme primaire de voiles sableux puis de dunes vives stériles. Ce processus de déflation de la surface du sol se stabilise lorsqu'une couche plus compacte du sol est atteinte ; il reste alors à la surface du sol des éléments très grossiers (cailloux et graviers) et la partie supérieure des couches de sol les plus dures. Il en résulte que la pénétration de l'eau dans le sol est considérablement réduite. Les espèces pérennes qui ont résisté à ce processus ont du mal à survivre et, d'une façon générale, annuelles et pérennes ont du mal à germer. Sur ces surfaces « glacées » l'eau ruisselle facilement, provoquant l'apparition des processus d'érosion hydrique (formation de rigoles et de ravins) : *l'aridité s'accroît*. Tels sont en Tunisie les *processus physiques* dominants de la dégradation que risquent de subir les systèmes écologiques.

Le couvert végétal raréfié présente une surface foliaire diminuée pour la photosynthèse ; les systèmes racinaires exploitant des couches meubles du sol de plus en plus minces ne peuvent plus accumuler des réserves suffisantes à une bonne production (cf. tabl. III). La matière organique du sol disparaît ainsi qu'une partie des éléments nutritifs. Sous le climat aride, le facteur limitant de la production étant surtout l'eau, c'est la diminution de l'aptitude à emmagasiner l'eau utile à la production végétale qui peut être considérée comme l'un des critères les plus importants d'appréciation de la désertisation.

La baisse de la productivité biologique du milieu qui s'ensuit peut être irréversible à l'échelle d'une ou plusieurs générations, car sous ce climat aride la végétation spontanée montre un faible dynamisme, même après des mesures de protection et un aménagement rationnel.

Cependant on constate que les systèmes écologiques ne réagissent pas de la même manière selon leur *sensibilité* à ces processus et suivant *l'utilisation* qui en est faite par l'homme (FLORET *et al.*, 1976, 1981, 1982). Par ailleurs, *l'attractivité* qu'ils exercent pour les activités humaines n'est pas toujours équivalente.

Par contre, parallèlement aux processus de dégradation, il en existe d'autres qui conduisent, soit à la stabilisation du phénomène, soit parfois au renversement de cette tendance. Ce dynamisme, *cette vitesse de cicatrisation* de la végétation est très variable d'un système écologique à l'autre (FLORET, 1981), et dépend du temps et de l'intensité des pressions humaines ou animales.

Cependant, actuellement dans la zone concernée, les processus de dégradation sont plus rapides et importants que les phénomènes de régénération.

Toutes ces notions ont été utilisées pour évaluer et cartographier la

TABLEAU III

Valeurs moyennes du coefficient d'efficacité de la pluie annuelle  $Ke \% = \frac{Pe}{Pt}$ , de la réserve en eau utile (RU) et de la production de la végétation naturelle de quelques milieux de la Tunisie présaharienne pour la période 1969-1977.

Type de milieu	Etat de dégradation des sols et de la végétation	Recouvrement de la végétation naturelle en %	Production moyenne annuelle de la phytomasse aérienne en Kg ms/ha	Coefficient d'efficacité des précipitations en %	Réserve en eau utile moyenne (RU en mm)
Steppe des zones sableuses	en bon état	40	1000	100	130/150
	moyen, surface battante	20	650	95/85	100/ 80
	très dégradé, sol érodé et battant	10	490	80/70	60/ 40
Steppe des zones limoneuses (anciennes jachères)	en état moyen, surface battante	20	450	95/85	180/150
	très dégradée, sol érodé et battant	5	160	80/70	90/ 70
Steppe sur sols squelettiques gypseux	en bon état, léger recouvrement battant	15	450	70/50	50/ 30
	très dégradé, croûte affleurante	5	220	60/50	30/ 20
Steppe sur sols squelettiques calcaires	en bon état, léger recouvrement	20	750	90/80	80/ 60
	très dégradé, croûte affleurante	10	430	70/60	50/40

Pe = pluie infiltrée. Pt = pluie totale

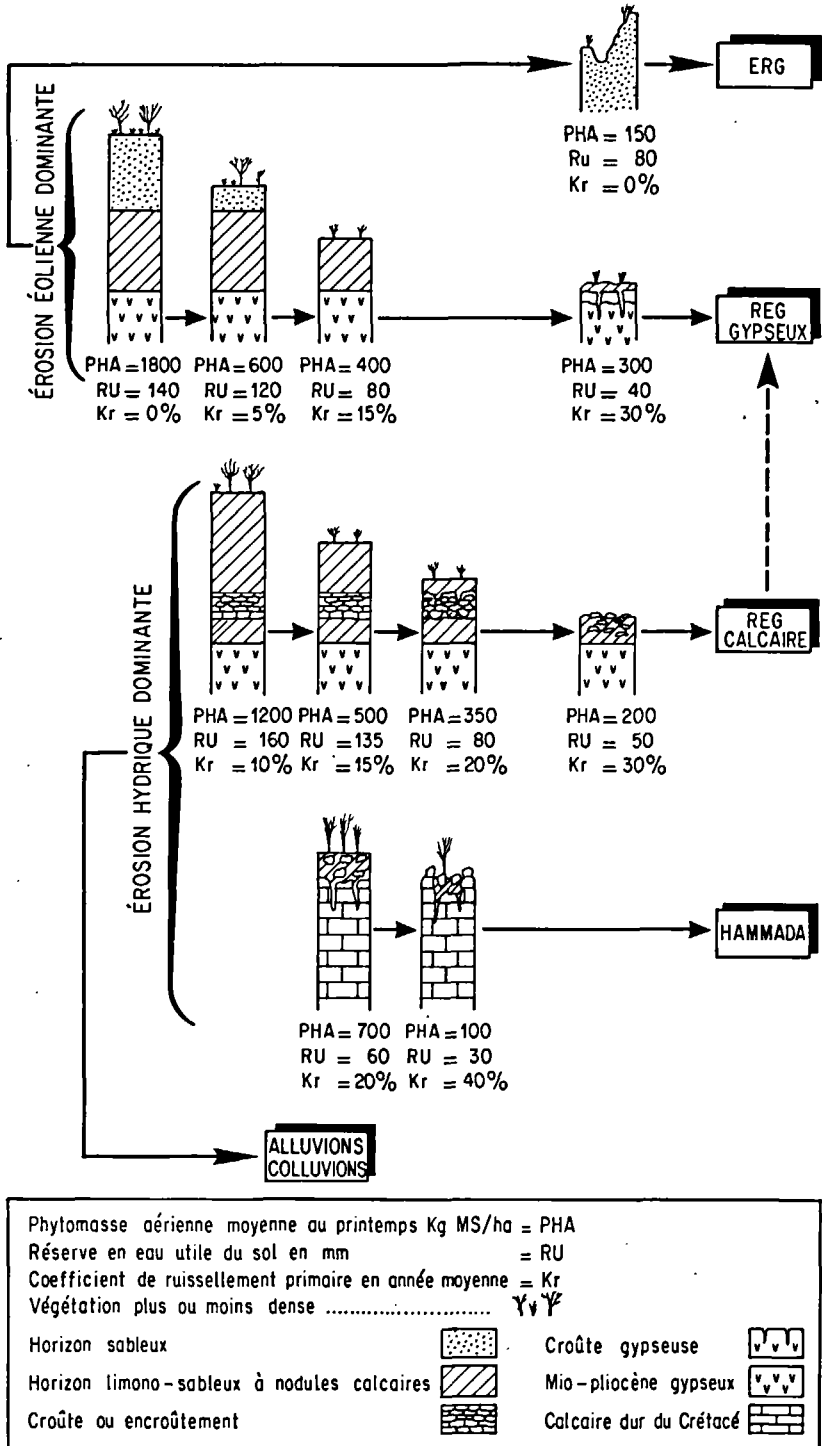


FIG. 2. — Exemples de dégradation des systèmes écologiques en Tunisie présaharienne (d'après Nations-Unies 1977 et FLORET-PONTANIER, 1981)

désertisation actuelle et les risques de désertisation future (FLORET *et al.*, 1976 ; Nations-Unies, 1977 ; KHATTALI, 1981, 1983 a et b).

### 3. QUELQUES SOLUTIONS POUR DIMINUER LES RISQUES

*Principe* : L'aménagement en zone aride doit s'appuyer sur la variabilité spatiale et temporelle des productions pour limiter les risques dus au climat. Types et modes d'exploitation du milieu doivent être choisis pour limiter les risques d'érosion.

#### 3.1. Caractéristiques favorables du milieu

Les espèces végétales se sont remarquablement adaptées à la variabilité temporelle des précipitations. Elles réagissent très rapidement lorsque les conditions de l'environnement changent.

Cette adaptation porte surtout sur les mécanismes de la germination et de la résistance à la sécheresse. Les exemples sont nombreux : la germination n'a lieu qu'après une certaine quantité de pluie et pour certaines températures qui donnent des chances de survie à la plantule.

Les annuelles bouclent leur cycle en 2-3 mois ; les plantes à bulbe peuvent passer plusieurs années sèches sans produire de pousse ; les plantes ligneuses steppiques réduisent considérablement leur surface foliaire et perdent des quantités importantes de matériel végétal actif en été (dimorphisme saisonnier). EVENARI *et al.*, (1971) ont introduit à ce sujet les notions imagées d'espèces « arido-passives » (qui ne présentent pas de tissus photosynthétiques actifs durant la période sèche) et d'espèces « arido-actives » (qui doivent disposer de réserves d'eau pour fonctionner, même au ralenti). Ces dernières sont celles qui ont les caractères bien connus des vrais xérophytes (cuticule épaisse ; stomates rares et enfoncés ; tiges et pousses photosynthétiques ; feuilles petites, succulentes ou épineuses). Il ne faut pas oublier aussi que, *même si la pluviosité est faible, les précipitations tombent en majeure partie durant la période froide*, à un moment où l'évaporation n'est pas trop importante. L'efficacité de la pluie pour la production végétale est donc relativement plus importante qu'au Sud du Sahara.

*La diversité des types biologiques* (et des réponses adaptatives des végétaux) que l'on rencontre sur une même station avec une végétation en bon état, permet aussi de « tamponner » les conséquences défavorables de la variabilité climatique. *Les systèmes racinaires de ces végétaux se partagent le sol jusqu'à la profondeur habituellement atteinte par la pluie*. Les espèces annuelles et les petites espèces pérennes tirent parti des pluies fréquentes, même peu abondantes, et leurs racines, proches de la surface, surtout dans leur stade juvénile, sont en compétition pour l'eau avec le pouvoir évaporant de l'air.

Les espèces pérennes buissonnantes ont fréquemment une partie de leur système racinaire également dans les couches de surface, mais elles exploitent aussi les couches profondes qui s'humectent sporadiquement lors de gros épisodes pluvieux. Par ailleurs, on trouve, dans certains milieux, des espèces proches des Phréatophytes qui envoient leurs racines à de grandes profondeurs, jusqu'à la nappe, s'il elle existe. Cependant ce partage des ressources n'est peut-être pas à son optimum actuellement ; on peut en effet se demander si ce n'est pas l'homme qui a fait disparaître une strate arbustive claire susceptible de compléter l'utilisation de l'espace.

La diversité de ces types biologiques est sans doute le résultat d'une lente

adaptation. Elle permet, comme on l'a déjà signalé, l'étalement de la production dans l'année. Elle permet aussi l'utilisation conjointe de la végétation par des animaux à préférences alimentaires différentes tels que ovins, caprins, camelins, ce qui joue manifestement un rôle *synergique pour la production pastorale* globale d'une station donnée.

*La plasticité des races locales d'animaux domestiques* est un autre atout pour l'aménageur. En Tunisie présaharienne, les ovins de race barbarine, en particulier, peuvent supporter des pertes de poids considérables (ISMAÏL, 1984). C'est un caractère à favoriser par la sélection plutôt que de chercher à obtenir des animaux de gros formats, plus productifs en bonne année, ainsi que l'a souligné HADJEJ (1975).

*La diversité des systèmes écologiques conduit à une variabilité spatiale importante et intéressante.* Ce grand nombre des types de milieu sur une relativement petite surface doit être rapproché de plusieurs facteurs d'hétérogénéité : gradients climatiques rapides, diversité des roches-mères, mais surtout modalités de la redistribution de l'eau. L'eau est le facteur limitant pour les plantes sous climat aride. *La redistribution des faibles pluies, fonction des conditions topographiques, et le stockage de l'eau, fonction du type de sol, conduisent à une multitude de situations contrastées auxquelles se sont adaptés plantes, animaux et hommes.* La micro-hétérogénéité à la surface du sol (microtopographie, inégalité des dépôts), provoque une redistribution de l'eau par ruissellement ou infiltration différents, ce qui donne en général la possibilité à une partie au moins des espèces de germer et d'achever leur cycle, même si l'année présente un fort déficit de pluviosité. Cette diversité des systèmes écologiques est aussi un facteur favorable pour le pasteur qui peut conduire ses animaux sur des parcours à époques de production échelonnées : parcours à base d'annuelles de fin d'hiver et début du printemps des zones défrichées ; parcours de chaumes à la fin du printemps ; parcours de printemps et d'été des plaines sableuses ; parcours d'été des pelouses des bas-fonds alluviaux.

### 3.2. Pratiques agricoles pour limiter les risques liés au climat

De pasteurs nomades, qui utilisaient la production de la végétation naturelle quand et où elle se présentait, les habitants tendent à devenir agriculteurs sédentaires. D'une façon générale, *la culture aurait dû rester localisée dans les zones basses ou sur le piémont des montagnes* recevant un appoint d'eau par ruissellement ; les 100 à 200 mm de pluviosité moyenne annuelle ne permettent pas des rendements soutenus sans cet appoint. Or, on trouve maintenant des zones défrichées pour être soumises à la céréaliculture, donc sujettes à l'érosion, en plaine et même sur les collines. L'accroissement considérable de la population et l'apparition de nouveaux modes de vie (sédentarisation) ont donc conduit à s'écarter de la localisation optimale respective des cultures et des parcours qui était presque la règle dans un passé récent, à perdre la souplesse d'utilisation qui permettait l'adaptation à la variabilité spatiale et temporelle de la productivité biologique des différents milieux.

HOLLING (1973) souligne qu'un aménagement basé sur la flexibilité d'un système doit :

- 1) envisager beaucoup d'options possibles laissées ouvertes,
- 2) viser le niveau régional plutôt que le niveau local,
- 3) tirer parti de l'hétérogénéité de la région.

Donnons-en quelques exemples :

*L'intégration de la céréaliculture et du parcours* dans l'aménagement rural permet une *réponse flexible* pour la production en fonction de la pluviosité de l'année. Si l'année est bonne, la céréale est récoltée et les parcours suffisent aux animaux ; si l'année est sèche au printemps, la céréale en vert (qui a toujours un minimum de croissance hivernale) est pâturée avant maturité. C'est un système utilisé depuis fort longtemps par les populations locales.

Par ailleurs, *les céréaliculteurs peuvent répartir les risques* grâce à la diversité des systèmes écologiques. Nous avons observé et mesuré que les sables et les limons, par exemple, ne stockeront et ne redistribueront pas l'eau à la culture de la même façon, pour une même quantité de pluie.

La variabilité spatiale des précipitations doit amener à une réorganisation de la *transhumance* inter-régionale, comme c'était la règle autrefois ; les *échanges commerciaux* entre régions doivent être favorisés ; des dispositions doivent être prises pour permettre l'abattage des animaux et le stockage de la viande en cas de sécheresse prolongée.

*La plantation d'arbustes fourragers*, en tant que stratégie pour permettre d'échapper au risque d'absence de nourriture pour les troupeaux durant les périodes de sécheresse a été entreprise dans de nombreux pays, en particulier, sur la base d'*Opuntia ficus-indica*, *Atriplex* sp., *Acacia* sp., etc.

*L'intégration des zones irriguées et des parcours* devrait permettre une utilisation optimale de la production irrégulière de ces derniers et une stabilisation des effectifs des troupeaux grâce à la supplémentation en fourrages et grains. Jusqu'à présent, cependant la dégradation en auréole des parcours, autour des zones agricoles intensives, est presque la règle. Il faut donc encourager cette intégration par une certaine réglementation et par des mesures incitatives appropriées.

Une solution pour diminuer le risque de sécheresse pour une culture consiste en la *récupération des eaux de ruissellement provenant des systèmes dégradés et à leur concentration vers les systèmes les plus productifs*. C'est une pratique utilisée depuis longtemps en Tunisie et ailleurs (EVENARI, 1971 ; EL AMAMI et CHAABOUNI, 1980). Les techniques traditionnelles de concentration des eaux sont efficaces : petits barrages successifs disposés au travers d'une vallée qui ralentissent l'écoulement et favorisent l'infiltration (ainsi que le dépôt des matières en suspension) ; levées de terre sur les glacis qui permettent de récupérer les eaux de ruissellement. Une partie de la surface du glacis est donc réservée à la « collecte de l'eau » et une autre à la « production ».

### 3.3. Pratiques culturelles pour limiter les risques d'érosion

#### 3.3.1. TECHNIQUES DE CULTURE

Dans un bref avenir on ne peut attendre des populations locales qu'elles abandonnent totalement les céréales qui occupent une place très importante dans leur ration alimentaire et qui, souvent, pour une même surface, conduisent à des profits supérieurs à ceux obtenus avec l'élevage. Il faut essayer de limiter la culture en zone sableuse et tout au moins d'utiliser des techniques appropriées pour éviter l'érosion.

FRYREAR (1983) présente une revue récente des techniques culturelles utilisées aux États-Unis pour limiter l'érosion éolienne : « résidus de culture déposés sur la surface du sol, réduction de la largeur des champs, augmentation de la rugosité du sol, utilisation de stabilisateurs de sols, concentration des efforts de contrôle de l'érosion durant les périodes critiques ».

Dans les régions arides d'Afrique du Nord, ce genre de techniques a été peu étudié. Des essais ont cependant été entrepris en Tunisie (KHATTALI, 1983) et sont encore en cours. Les premiers résultats figurent sur le tableau IV. Dans l'état actuel des connaissances, les pratiques culturales à préconiser sont les suivantes :

- écartier la charrue polydisque ou, à la limite, associer son utilisation, dans le cas où les agriculteurs acceptent un investissement, à l'apport de résidus de végétation spontanée (paille, Rhanterium, etc...) et ce, pour améliorer la rugosité du sol et à la longue son niveau trophique par décomposition de végétaux incorporés;
- remplacer la charrue polydisque par la déchaumeuse à socs ou, à la limite, un outil à dents;
- maintenir des bandes de végétation naturelle entre les bandes cultivées (des bandes de 5 m sont suffisantes);
- labourer perpendiculairement aux vents dominants actifs.

### 3.3.2. RÉGÉNÉRATION DE LA VÉGÉTATION

Dans les zones où les rendements céréaliers sont très aléatoires ou bien dans les zones sableuses à haut risque d'érosion, on doit tenter de provoquer une régénération du couvert végétal, protecteur du sol et producteur pour les animaux. Cette régénération peut s'obtenir par une protection totale plus ou moins longue ou bien par une diminution de la charge en animaux. Le semis d'espèces pastorales n'a, jusqu'à présent, pas été un succès en zone aride.

D'une façon générale, avec la protection, le couvert augmente mais les effets sont différents selon les milieux et les types de végétation qui leur correspondent.

La protection des steppes sur croûte gypseuse donne des résultats peu intéressants. En effet, ces croûtes ont été formées par ablation de l'horizon de surface. Les couches gypseuses de néogène ou géologiques durcissent rapidement lorsqu'elles sont exposées à la surface du sol. La formation de cette croûte empêche le retour de la steppe à son état initial avant dégradation. Même si le couvert végétal augmente un peu, les bonnes espèces pastorales ne peuvent se développer à nouveau.

Dans le cas des steppes sur glacis limoneux (steppes d'armoise blanche à l'origine), qui sont sporadiquement cultivées, la régénération est aussi très lente. Il se produit en surface une croûte de battance liée au développement d'algues, de champignons et de microcristaux de sels. Le sol se ferme et la germination d'espèces qui pourraient régénérer la steppe est difficile. Par ailleurs, les semenciers ont souvent disparu. Il faudrait ressemer mais les chances de réussite sont faibles et liées à une répartition favorable des pluies, ce qui ne se produit pas fréquemment.

Les steppes des zones sableuses sont celles qui « répondent » le mieux à la mise en défens. Les plantes pérennes qui ont été soumises au surpâturage montrent alors un bon développement, et en particulier les graminées, presque invisibles avant protection. D'une façon générale d'ailleurs, en zone sableuse ou à proximité de celles-ci, le sable en suspension se dépose préférentiellement au pied des espèces pérennes qui ont repris un bon développement aérien : la plante sert d'obstacle et freine le vent. La présence de ce dépôt de sable est un facteur favorable car il permet une meilleure germination des plantes annuelles, favorise l'infiltration et se comporte comme un *mulch* conduisant à un meilleur bilan hydrique.



TABLEAU IV

Bilans des pertes en sol et des rendements en orge obtenus en fonction de différents traitements (moyenne de 3 années) (Institut des Régions Arides, Médenine)

Traitements	Pertes en sol en mm/an	Pertes en sol en tonnes/ha	Rendements en orge quintaux / ha
Charrue polydisque	12,0	180	3
Charrue polydisque + paille épandue	1,2	18	5
Charrue polydisque + paille incorporée	2,1	31,5	4,9
Charrue polydisque + <i>Aristida pungens</i>	4,2	63	3,1
Charrue polydisque + <i>Rhantherium suaveolens</i>	2,4	36	3,1
Charrue polydisque + <i>Artemisia campestris</i>	3,5	52,5	3
Araire traditionnel	2,2	33	4,9
Déchaumeuse à socs	4,0	60	5,0
Sweep	3,0	45	1,2
Tiller	5,0	75	3,2
Chisel	5,0	75	2,2
Tiller + paille incorporée	2,0	30	5,9
Bandes de végétation naturelle de <i>Rhantherium</i> larges 5 m + polydisque	5,0	75	4,5
Bandes de 5m + tiller	3,5	52,5	5,0
Bandes de 10m + tiller	3,5	52,5	5,0
Bandes de 10m + polydisque	5	75	4,9

Sur ces bases, il est souvent difficile de donner des recommandations pratiques sur une durée optimale de protection pour la régénération de la végétation en zone aride. Cette durée dépend beaucoup de la quantité de pluie qui suit la protection et des conditions locales, telles que l'état initial de la végétation, la proximité d'une « source de sable » (c'est-à-dire d'une zone fréquemment cultivée), la présence de semenciers d'espèces intéressantes, etc...

Plutôt qu'une mise en défense totale, une régénération par allègement de la charge est souvent préférable. D'une part les animaux brisent la croûte de battance et, d'autre part, évitent la constitution d'une fraction ligneuse trop importante chez les plantes.

### 3.4. L'aménagement régional pour diminuer les risques

L'application de ces principes et de ces méthodes doit conduire à proposer des scénarios d'aménagement permettant de diminuer les risques liés à la culture. Un modèle de simulation simple, basé sur l'utilisation des matrices de transition (USHER, 1969), nous a permis de prévoir le devenir des surfaces occupées par les différents types de milieu, des ressources régionales ainsi que les risques de dégradation et de désertisation des milieux, compte tenu des divers scénarios d'utilisation de l'espace rural (FLORET *et al.*, 1981).

À titre d'exemple nous montrons le résultat d'une simulation pour une étude régionale portant sur 80 000 ha environ dans le Sud tunisien. C'est une prospective sur 25 ans à partir de l'état initial de la zone, qui prend en compte trois scénarios :

1) Maintien du système actuel, avec surpâturage, défrichement des zones sableuses pour la culture, et céréaliculture mal localisée.

2) Localisation optimale des cultures sur les terres les plus aptes à produire des céréales ou dans les zones ayant atteint un point de dégradation tel qu'il n'est pas possible d'envisager une régénération à moyen terme du pâturage. Les parcours existants ne sont plus défrichés.

3) Élimination des cultures des zones sableuses qui retournent au parcours. On intensifie les cultures dans les zones recevant des appoints d'eau par ruissellement. On réalise un *aménagement pastoral* comprenant un équilibre de la charge avec la production pastorale et la création de réserves fourragères.

Le tableau V donne l'état actuel de la zone en ce qui concerne l'occupation des terres, les surfaces désertisées, les productions, ainsi que les résultats des simulations au bout d'une période de 25 ans pour les trois scénarios. On voit, en particulier, que « l'aménagement pastoral » diminue fortement les risques de désertisation puisque les surfaces désertisées augmentent de 17 % dans le cas des deux autres scénarios.

## CONCLUSIONS

Actuellement, on assiste sur l'ensemble de la Tunisie à une augmentation des surfaces cultivées ; en revanche, il est tout à fait illusoire de compter sur une réduction des effectifs des troupeaux qui vont continuer de dégrader des surfaces pastorales de plus en plus restreintes. Il semble que l'on évolue à moyen terme vers un élevage de type sédentaire et nourri de plus en plus avec les produits et sous-produits des cultures (chaumes, son, grains, fourrages), les parcours n'étant plus guère qu'un faible appoint. Cette évolution ira sans doute de pair avec une amélioration de techniques d'utilisation des eaux de ruissellement.

Après une période durant laquelle le risque de dégradation passera par un maximum, on peut s'attendre, grâce à une meilleure maîtrise des eaux de surface (collecte et redistribution) et à l'amélioration des techniques, à une certaine réduction, puis stabilisation, des deux types de risques déjà évoqués

TABLEAU V  
Effets comparés de deux scénarios d'aménagement de l'espace rural en vue de limiter les risques de désertisation

	(Situation prévisible au terme de 25 ans)			
	Etat actuel (1975)	Maintien du système actuel (témoin)	Aménagement	
			Localisation optimale des cultures	Aménagement pastoral
<u>Occupation des terres :</u>				
.Surface totale des parcours (en ha)	50.300	44.800	46.000	58.700
.Surface des parcours en bon état (en ha)	17.100	12.300	17.300	37.000
.Surface des parcours dégradés (en ha)	33.200	32.500	28.700	21.700
.Surface réservée à la culture (en ha)	30.900	36.400	35.200	22.500
. Surface désertisée (en ha)	6.000	7.100	7.000	6.000
<u>Eau du sol</u>				
Coefficient de ruissellement primaire moyen en année très pluvieuse (Z)	37,0	38,0	33,0	31,0
Réserve moyenne en eau utile des sols de la région (en mm)	111	108	109	115
<u>Production</u>				
Productions (en année à pluviosité moyenne) :				
. Phytomasse aérienne totale des plantes pérennes (en tonnes de Mat. sèche)	42.000	36.000	40.000	54.000
. Evaluation de la production primaire nette de la végétation (parcours + jachères ) (en tonnes de mat. sèche/an)	34.000	30.000	33.000	46.000
. Evaluation de la production pastorale consommable par les animaux (en milliers d'U.F. par an)*	6.600	5.700	5.900	9.100
. Production céréalière (en tonnes de grains récoltés par an)	6.000	7.200	7.200	7.200

\* La production consommable : partie de la végétation produite pouvant être consommée par les animaux (cf. notions d'accessibilité et d'appétabilité). Elle représente la quasi totalité de la production primaire nette pour les espèces annuelles et 60% environ pour les espèces pérennes.

(risque dû à la variabilité des pluies et risque lié aux pratiques culturales). Le paysage apparaîtra, encore plus que maintenant, fait « d'oasis » de verdure, où une agriculture moderne devra se développer (choix des cultivars, engrais, etc...), entourées de grandes zones dénudées.

Mais, pourquoi accepter cette stérilisation de la majeure partie de la surface utile, même si l'élevage prenait proportionnellement moins d'importance que par le passé? Pour lutter contre cette tendance, l'aménagement devra s'appuyer sur des bases écologiques avec, comme lignes directrices :

— l'inventaire des ressources et l'étude approfondie de leurs dynamiques, afin de localiser au mieux les spéculations et de déterminer de façon optimale les niveaux d'utilisation ;

— la prise en considération du moyen et du long terme, même si on cherche à maximiser dans l'immédiat les productions ;

— l'utilisation des avantages que procure l'hétérogénéité du milieu pour obtenir des productions diversifiées ; cette diversité est le meilleur atout pour lutter contre l'aridité climatique ; elle permet de « tamponner » l'aridité générale ;

— l'ouverture de la région vers l'extérieur afin d'augmenter la flexibilité des systèmes productifs en favorisant les échanges de biens, de services et de personnes.

La méthode d'évaluation des risques proposée, outre la connaissance nécessaire des aléas climatiques, met l'accent sur l'importance de l'évaluation de la dynamique de la dégradation ou de la régénération des milieux (sol et végétation) et de l'évolution de l'occupation des terres. Il ne s'agit pas ici de proposer des plans d'aménagement complets qui devraient prendre en compte bien d'autres paramètres, socio-économiques en particulier. Il s'agit seulement, grâce à une réflexion sur des scénarios contrastés, de permettre à l'aménageur de juger des conséquences de certains choix.

#### BIBLIOGRAPHIE

- BOURGES (J.), FLORET (C.), GIRARD (G.), PONTANIER (R.), 1984. - Dynamique de l'eau sur un glacis du Sud tunisien (type segi). DS, IRA, DRE Tunisie, CEPE/CNRS Montpellier, ORSTOM, Tunisie 86 p.
- EL AMAMI (S.), CHAABOUNI (Z.), 1980. — Les aménagements hydrauliques traditionnels (Meskats et jessours), moyens de lutte contre l'érosion. Séminaire national sur l'érosion. Sidi Thabet, juin 1980. Centre Génie Rural Tunisien. 7 p. *mimeo*.
- EVENARI (M.), SCHANAN (L.) & TADMOR (N.), 1971. — The Negev : The Challenge of a Desert. Cambridge Mass Harvard Univ. Press. 345 p.
- FERSI (M.) & ZANTE (P.), 1980. — Pluviométrie, bilan hydrique, érosion sur un toposéquence type du Sud tunisien. Djebel Dissa. Synthèse 1972-1977. ES 184 Direction des sols Tunis. 131 p. *mimeo*.
- FLORET (C.) (1981). - The effects of protection on steppic vegetation of the mediterranean arid zone of Southern Tunisia. Symposium « Dynamique de la végétation dans les formations méditerranéennes ligneuses ». Montpellier 15-20 sept. 1980. *Vegetatio* 46 : 117-129.
- FLORET (C.) & LE FLOC'H (E.) avec la collaboration de ROMANE (F.) Lepart (J.) & David (P.), 1973. — Production, sensibilité et évolution de la végétation et du milieu en Tunisie présaharienne. Conséquences pour la planification de l'aménagement régional de la zone-test d'Oglat Merte Inst. Nat. Rech. Agron. de Tunisie et Centre d'Étude Phytosociologiques et Écologiques Montpellier n° 71 /45 p. 6 cartes noir, 4 cartes couleur.
- FLORET (C.), LE FLOC'H (E.) & PONTANIER (R.), 1976. — Carte de la sensibilité, à la désertisation en Tunisie centrale et méridionale (Processus de dégradation en cours des sols et de la végétation). *Sols de Tunisie*, 8 : 1-6 1 carte h.t. couleur, échelle 1/1000 000.
- FLORET (C.), LE FLOC'H (E.), PONTANIER (R.) & ROMANE (F.), 1978 a. — Modèle écologique régional en vue de la planification et de l'aménagement agropastoral des régions arides. Application à la région de Zougrata. *Inst. Rég. Zone Arides, Médenine, Dir. Ress. Eau et Sol, Tunis. Doc. techi.* n° 2, p. 74, 1 carte h.t.
- FLORET (C.), LE FLOC'H (E.), PONTANIER (R.) & ROMANE (F.) 1978 b. — Simulation of the impact of différents levels of human pressure on the grazing lands of Southern Tunisia. *Proceedings of the International Rangelands Congress August 14-18, 1978, Denver, Colorado*, 52-54.
- FLORET (C.), LE FLOC'H (E.), PONTANIER (R.) & ROMANE (F.), 1981. — Dynamique de systèmes écologiques de la zone aride. Application à l'aménagement sur des bases écologiques d'une zone de la Tunisie présaharienne. *Acta Oecologica. Oecol. Applic.*, 2 (3) : 195-214.

- FLORET (C.), LE FLOC'H (E.), PONTANIER (R.), 1983. — Phytomasse et production végétale en Tunisie présaharienne. *Acta Oecologica Oecol. Plant.* 1983 Vol. 4 (18) n° 2 : 133-152.
- FLORET (C.) & PONTANIER (R.) 1982. — L'aridité en Tunisie présaharienne. *Trav. et doc. ORSTOM*, Paris, n° 150 : 544 p.
- FLORET (C.) & PONTANIER (R.) 1984. — Aridité climatique, aridité édaphique. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 131, *Act. bot.*, (2/3/4) : 265-275.
- FRYREAR (D. W.), 1983. — Wind erosion in the United States of America. International Seminar on Wind Erosion. Djerba. Institut des Régions Arides, Tunisie, 40 p. *mimeo*.
- HADJEL (M.S.), 1975. — Les aspects zootechniques de l'élevage milieu pastoral dans le Centre-Sud tunisien. Réunion régionale pour la formulation de programmes coopératifs de recherches, de formation et d'aménagement sur le pâturage des zones arides du Nord de l'Afrique (Sfax). *Inst. Nat. Rech. Agron. Tunisie*, 5 p. *mimeo*.
- HOLLING (C. S.), 1973. — Resilience and stability of ecological systems. *Ann. rev. Ecol. et Syst.* 4 : 1-23.
- HUYNH VAN NHAN, 1982. — Utilisation des eaux de ruissellement dans le Sud tunisien. Résultats pour la culture céréalière. *Bull. Tech. de l'IRA* n° 2. Médenine, Tunisie.
- ISMAIL (M.), 1984. — Contribution à l'étude des paramètres de l'élevage ovin extensif des régions arides du Sud tunisien. *These Doct. Ing. Agronomic option Zootechnique ENSA Montpellier*, 167 p.
- KHATTALI (H.), 1981. — Recherches stationnelles sur la désertification dans la Djefara (Tunisie). Dynamique de l'érosion éolienne. Thème 3<sup>e</sup> cycle Univ. Paris 1/IRA Médenine, 218 p.
- KHATTALI (H.), 1983 (a). — Contribution à l'étude de l'érosion éolienne dans la Djefara tunisienne (sa dynamique dans les terrains, cultures et parcours). *Bulletin technique de l'IRA* n° 3, Médenine, Tunisie.
- KHATTALI (H.), 1983 (b). — Contribution à l'étude de la dynamique des dunes dans le parcours du Sud tunisien. Station Rouag. Internat. Seminar on Wind Erosion, Djerba. Institut des Régions Arides. Tunisie 8 p. *Mimeo*.
- LE HOUEROU (H. N.), 1959. — Recherches écologiques et floristiques sur la végétation de la Tunisie méridionale. *Inst. Rech. Sah. Alger*. Mémoire h.s. 510 p.
- LE HOUEROU (H. N.), 1969. — Végétation de la Tunisie steppique (avec références au Maroc, à l'Algérie et à la Libye). *Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. Tunisie*, 42, 5, 622 p.
- LE HOUEROU (H. N.), 1970. — North Africa : Past., Present, Futur. Arid lands in Transition. *American Association for the Advancement of Science* : 277-278.
- LE HOUEROU (H. N.), 1977. — Biological recovery versus desertization. *Economic geography*, 53 (4) : 413-420.
- M'TIMET (A.), 1983. — Contribution à l'étude pédologique des limons des Matmatas Sud tunisien. Thèse 3<sup>e</sup> cycle Paris VI. Direction des Sols, Tunis E. n° 590.
- Nations-Unies, 1977. — Étude de cas sur la désertification. Région d'Oglat Merteba. Conférence des Nations Unies sur la Désertification. Naibori Doc. A/Conf. 74/12, 143 p. 1 carte couleur (anglais et français).
- NOVIKOFF (G.), 1983. — Résultats préliminaires sur les travaux de lutte contre l'érosion éolienne dans les terres cultivées en céréales de la Djefara tunisienne. International Seminar on Wind Erosion, Djerba. Inst. des Régions Arides, Tunisie 12 p. *mimeo*.
- NOVIKOFF (G.) & SKOURI (M.), 1981. — Balancing Development and Conservation in Pre-Saharan Tunisia. *Ambio* X, 2-3 : 135-141.
- NOY-MEIR (I.) 1974. — Stability in arid exosystems and the effects of man on it. In : Cové A. J. (Ed.) Structure Functioning and management of Ecosystems. Proc. of the First International Congress of Ecology : 220-225 Wageningen ; Pudoc.
- USCHER (M. B.), 1969. — A matrix model for forest management *Biometrics*, 25, 2 : 309-315.
- VIETS (F. G.) Jr., 1962. — Fertilisers and efficient use of water. *Advances Agron.*, 14 : 223-265.



# Une réponse stratégique face au risque en agriculture : les systèmes agroforestiers de l'estuaire amazonien

Anne GELY \*

## INTRODUCTION

Ces dernières années, l'agroforesterie a fait l'objet d'un regain d'intérêt dans le monde scientifique, et a conduit, en 1978, à la mise en place d'une institution internationale, l'I.C.R.A.F. (International council for research in agroforestry), dont le siège se trouve à Nairobi, au Kenya. C'est dans le cadre d'une étude sur les potentialités et les limites des systèmes agroforestiers, que ce travail a été réalisé en 1985 et 1986, au Musée Paraense Emilio Goeldi, à Belém, dans le sud de l'État du Pará (Brésil).

Si la définition de l'agroforesterie demeure controversée (MAYDELL, 1982), ses objectifs, ses méthodes d'analyse et ses composantes ont été clairement définis (COMBE et BUDOWSKI, 1979 ; KING, 1970 ; OLDEMAN, 1981 ; NAIR, 1983 ; HALLÉ 1985 ; DUCATILLON et GELY, 1985...). Pour plus d'informations, le lecteur intéressé pourra se référer aux compilations bibliographiques du C.A.T.I.E. (1981), de l'I.R.A.T. (1982), et de l'I.C.R.A.F. (1983).

Le rôle capital de l'arbre dans les systèmes de production a été mis en évidence par de nombreux auteurs : TOLÉDO *et al* (1978) au Mexique, DUBOIS (1979) au Zaïre, SEIGNOBOS (1982) au Tchad, MIQUEL et HLADIK (1984) au Gabon, TORQUEBIAU (1984), MICHON et BOMPARD, (1986), MARY (1986), en Indonésie.

Dans le bassin amazonien, HECHT (1982), PADOCH *et al.* (1985), ANDERSON *et al.* (1985), ANDERSON et GELY (*sous-presse*) ont recueilli des données descriptives et quantitatives sur les systèmes agroforestiers du Pérou et du Brésil.

L'Amazonie est sujette, à l'heure actuelle, à un processus de déforestation accéléré (FEARNSIDE, 1982 ; 1984). Si les défrichements s'opèrent en partie à des fins agricoles, l'élevage, l'exploitation forestière et les activités minières sont largement responsables de la disparition de la forêt. La mise en place de grandes plantations monospécifiques d'espèces annuelles succède généralement à l'installation de fronts pionniers par des paysans sans terre qui pratiquent l'agriculture sur brûlis.

---

\* Botaniste, Institut de Botanique, rue A. Broussonet, 34000 Montpellier.

Au cours de ce processus, le capital « végétatif-arbre » initial disparaît sans être mis en valeur : l'agriculture pionnière n'autorise pas la reconstitution du capital productif car les cycles de mise en jachère ne sont pas respectés, et l'agriculture intensive néglige, à priori, ce capital. Rares sont les cas où l'on observe une tolérance, voire une harmonie, entre agriculture et foresterie.

Les populations rurales d'origine amazonienne ont cependant privilégié, au cours de leur histoire, les rapports entre l'homme et le milieu naturel, et appris à mettre en valeur le potentiel végétatif spontané dont elles disposent. Dans la zone marginale que constitue la forêt inondée, ces populations ont eu l'opportunité d'élaborer, et de perpétuer dans le temps, des pratiques agroforestières qui conduisent à l'exploitation de systèmes de production dont l'élément constitutif essentiel est l'arbre, les espèces annuelles ou bisannuelles ayant un rôle négligeable. Si les conditions sont particulièrement propices à l'installation de tels systèmes, sur les îles de l'estuaire amazonien, il faut noter que l'agroforesterie se pratique également en forêt bien drainée, avec des composantes floristiques et des caractéristiques propres à ce milieu. Nous nous proposons ici de discuter le choix des systèmes agroforestiers comme une alternative face au risque en forêt inondée.

Le risque est envisagé principalement sous l'aspect de la dégradation écologique du milieu. Nous considérerons que, pour un écosystème donné, le risque est d'autant plus important que les variations de la biomasse végétale et de la diversité spécifique sont éloignées de celles du milieu d'origine ; ceci conduit à la définition d'un seuil limite à partir duquel une dégradation irréversible de l'écosystème s'opère. Après avoir identifié ce seuil limite, l'exploitant dispose d'un champ d'action circonscrit pour réaliser la mise en valeur du milieu. Dans certains écosystèmes (à dominante herbacée notamment), l'agriculture est le mode d'intervention le plus judicieux ; dans d'autres, l'exploitation des ressources forestières est plus appropriée. Cette exploitation ne se limite pas obligatoirement à des activités de cueillette, mais peut recouvrir un aménagement et une gestion véritable du capital forêt.

La mise en valeur des terres répond également à des critères d'ordre économique, sociologique et culturel, qui relèvent d'un autre champ d'analyse. Si ces critères ne sont pas toujours compatibles avec les exigences écologiques, ils ne sont pas obligatoirement opposés à celles-ci. À partir de quelques études de cas, et après une brève présentation du milieu, les stratégies élaborées par les populations cabocles amazoniennes vont être examinées.

## 1. CARACTÉRISTIQUES DE LA FORÊT INONDÉE OU « VÁRZEA »

### Aspect écologique

La várzea qui représente environ 2 % du bassin amazonien, a toujours été considérée comme un milieu très fertile (MEGGERS, 1971). L'Amazone y dépose régulièrement de nombreux sédiments riches en N, Ca, P, K, Mg (LIMA, 1956). À l'époque des grandes marées (à la nouvelle lune ou à la lune pleine pendant les équinoxes), la plupart des îles de l'estuaire amazonien sont sujettes à des inondations, partielles ou totales. Les inondations provoquent l'asphyxie du sol, le pourrissement des racines, parfois la submersion totale des végétaux herbacés. L'absence de relief et la faible perméabilité des terres font que le sol est mal drainé et pauvre en oxygène. Malgré la fertilité chimique des terres, ces caractéristiques imposent de fortes restrictions à l'agriculture, et provoquent des modifications dans la composition et la physionomie de la



végétation : le forêt présente une abondance de contreforts, racines aériennes, pneumatophores, lenticelles. Elle est caractérisée par une faible diversité spécifique et le dominance de quelques espèces, pour la plupart d'intérêt économique.

Cette forêt inondée présente un cycle sylvigénétique extrêmement dynamique : la dissémination des graines par les eaux y est très intense ; la germination est facilitée par une humidité constante et un sol riche ; la dynamique de croissance et de régénération des espèces dominantes (palmiers) est rapide. La présence d'un couvert arboré limite l'érosion du sol, principalement sur les marges des îles où les racines enchevêtrées des arbres assurent une protection contre l'eau fluviale.

### Aspect socio-culturel

La population rurale qui occupe la forêt inondée est d'origine cabocle. Les cabocles sont issus du métissage des populations amérindiennes et portugaises au XVIII<sup>e</sup> siècle, et par la suite, des populations d'Afrique, importées comme esclaves pour travailler dans les plantations de canne à sucre (PARKER, 1985).

L'émergence de la société cabocle résulte d'un long processus d'assimilation : dès le XVII<sup>e</sup> siècle, les missionnaires jésuites et franciscains tentèrent de placer les indiens sous leur contrôle afin d'obtenir une force de travail appropriée pour l'exploitation de produits forestiers (ROSS, 1978). Cette tentative fut un échec. De même, l'utilisation par les portugais d'esclaves indiens et africains pour développer une économie agricole, n'eut pour résultat que l'acculturation des indigènes et une diminution considérable des populations à la suite de métissage encouragé et de l'éclatement de la structure sociale des groupes amérindiens. Les familles nucléaires cabocles résultant de ce processus se dispersèrent le long des fleuves. Isolées géographiquement et socialement, elles constituèrent les unités de production les plus adaptées dans le cadre d'une économie extractiviste<sup>1</sup> : le boom de caoutchouc (1902-1911) montre le rôle prédominant du cabocle, acteur économique solitaire, amené à développer des stratégies chaque fois plus élaborées pour devenir autosuffisant.

À l'heure actuelle, l'agriculteur amazonien tente de concilier les impératifs écologiques et économiques auxquels il est soumis. À mi-chemin entre deux cultures dont les intérêts divergent totalement, et projeté dans une économie dont il ne maîtrise pas les règles, le cabocle s'efforce de conserver, et d'utiliser les connaissances empiriques du milieu qu'il possède, pour s'intégrer dans un marché qui obéit à des normes internationales.

### Aspect économique

Sur les îles, les espèces forestières locales fournissent l'essentiel des revenus : latex (*Hevea brasiliensis*), cœurs et fruits de palmier (*Euterpe oleracea*), fruits (*Theobroma cacao*, *Spondias mombin*), fibres (*Manilcaria saccifera*, *Mauritia flexuosa*, *Raphia taedigera*, *Ischnosiphon arouma*), bois (*Carapa guianensis*, *Virola surinamensis*, *Ceiba pentandra*), médicaments (*Carapa guianensis*). La vente de ces produits permet l'achat de farine de manioc, de riz, de haricot, espèces dont la culture est limitée en forêt inondée. La vente d'animaux domestiques (porcs et canards), de crevettes et poissons, constitue une ressource non négligeable. Les produits de subsistance les plus consommés sont les fruits du palmier *Euterpe oleracea*, qui donnent une boisson riche en lipides et vitamine E, absorbée quasi-quotidiennement durant l'époque de

production, et sur certaines îles du fleuve Tocantins le jus du fruit du palmier *Mauritia flexuosa*, riche en vitamine A (BALICK, 1985). Le caoutchouc et les cœurs de palmier sont deux produits commercialisés à l'échelle internationale. (Les cœurs de palmiers ne sont pas consommés localement).

Les études de cas qui vont suivre nous permettront d'analyser les modalités et les techniques de production en forêt inondée.

## 2. ÉTUDES DE CAS

Au cours de différents voyages le long des fleuves Guamá et Tocantins, les localités suivantes, toutes situées dans l'État du Pará (fig. 1), ont été visitées :

- l'« Ilha das Onças » ou île des Jaguars, située dans la commune de Barcarena à 1° 25'S et 48° 27'W sur le fleuve Guamá ;
- l'île d'Urúá, appartenant à la commune d'Abaetetuba et localisée à 1° 49'S et 48° 58'W ;
- l'île Saracá, située dans la commune de Limoeiro de Ajurú à 2° S et 49° 20'W.

Ces deux dernières îles se trouvent sur le fleuve Tocantins.

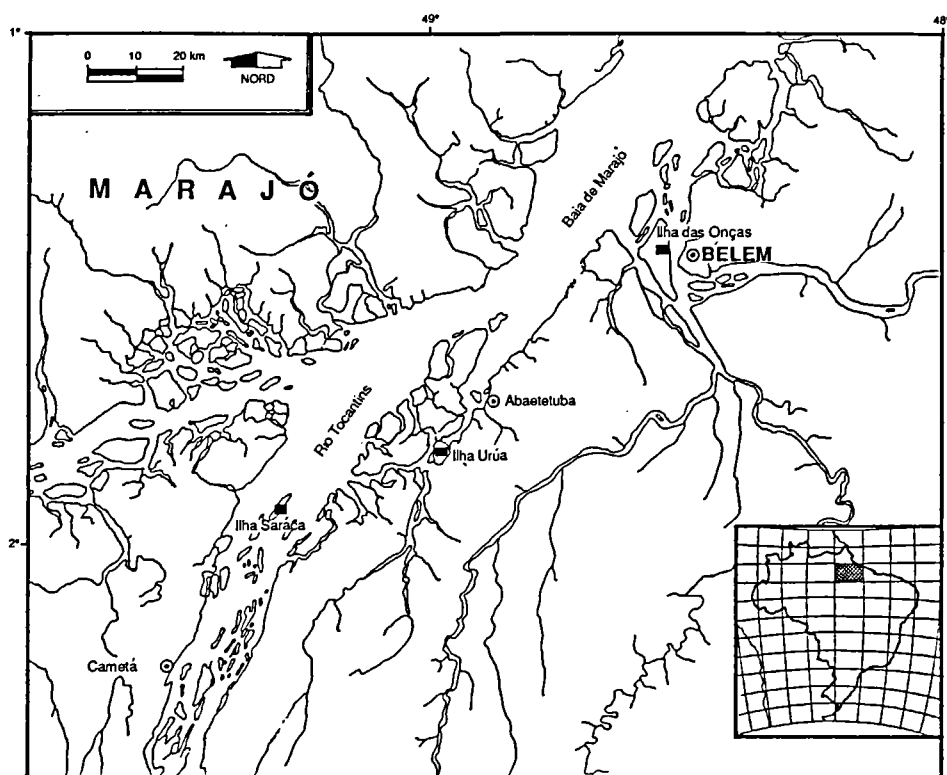


FIG. 1. — Localités visitées le long du Fleuve Tocantins, dans l'État du Pará (Brésil)

## 2.1. L'île « das Onças »

La description qui suit est développée de manière plus détaillée dans la publication d'ANDERSON *et al.*, (1985).

L'île des Jaguars est distante de 12,5 km de Belém. La pluviosité moyenne de Belém est de 2.732 mm par an, avec un maximum (200 mm par mois) en janvier et un minimum (100 mm par mois) en octobre et novembre. La température mensuelle varie de 25° (février) à 26° 3 (novembre). Le sol de l'île des Jaguars est du type Gley peu humique (VIEIRA *et al.* 1971), caractérisé par une forte teneur en argile.

La propriété étudiée comprend environ 500 ha. Trois zones principales de végétation, correspondant à différents degrés d'intervention humaine sur le milieu, ont été distinguées : le « quintal », la forêt aménagée et la forêt (fig. 2 et tabl. I).

« QUINTAL » : pouvant être assimilé au jardin de case le quintal occupe une surface de 0,40 ha autour de la maison. C'est une zone soumise à un aménagement intensif qui provoque des modifications nettes et à long terme dans la structure et la composition de la végétation. Les espèces non ou peu utiles, y sont éliminées, alors que les espèces d'utilité exceptionnelle (*Euterpe oleracea*, *Spondias mombin*, *Hevea brasiliensis*) sont conservées et exploitées.

La réduction ou l'élimination de la couverture forestière dans le quintal permet la culture de nombreuses espèces introduites (66 % des espèces collectées). Ces espèces sont plantées par boutures (38 %), graines (36 %) ou sont transplantées (27 %) à partir d'autres unités de végétation.

Du fait de la prédation par les animaux domestiques et des risques d'inondation, la plupart des végétaux sont plantés dans des paniers de fibres surélevés. Après germination, les plantes sont sujettes à divers types de manipulation : elles sont favorisées (82 %) (entrent dans cette catégorie, les espèces sujettes à protection, transplant, arrosage, fertilisation ou éclaircissage), tolérées (12 %), ou éliminées (6 %).

Les espèces cultivées dans le quintal sont utilisées à des fins alimentaires, médicinales, technologiques et autres (production de matière organique pour les plantations, ombrage, appât pour le gibier).

La plupart des espèces fruitières, et certaines espèces médicinales (*Eryngium fetidum*, *Ruta graveolens*), sont vendues sur les marchés locaux.

L'absence d'une couverture forestière continue dans cette zone, facilite la colonisation par les espèces indésirables : des sarclages fréquents sont nécessaires pour faciliter le déplacement des personnes et éliminer les animaux et végétaux dangereux pour l'homme.

Le quintal remplit une multiplicité de fonctions, allant de la concentration d'une grande variété de plantes utiles, à l'élevage d'animaux domestiques, au stockage et séchage de produits, etc.

FORÊT AMÉNAGÉE : cette zone occupe une aire de près de 1,1 ha au sud de la maison et se retrouve çà et là, par tâches, dispersée dans la propriété.

En forêt aménagée, l'objectif principal est de favoriser la croissance d'espèces intéressantes grâce à une coupe sélective.

L'augmentation de la productivité du palmier *Euterpe oleracea*, espèce la plus abondante et la plus fréquente (tabl. II), est réalisée à travers un déboisement sélectif des arbres et arbustes en sous-bois, et un dépressage au niveau des touffes du palmier. La quasi totalité des lianes est éliminée, ainsi

TABLEAU I  
Principales zones observées sur l'Ilha das Onças

Zones définies	QUINTAL	FORET AMENAGEE	FORET
Caractéristiques			
Terminologie	régionale - correspond au "jardin de case"	localement parfois désignée comme "sitio"	équivalent au terme brésilien "mata", désigne ici aussi bien la forêt jamais manipulée de mémoire humaine, que la forêt secondaire
Localisation	autour de la maison	au delà du quintal et en forêt	souvent éloignée des habitations
Manipulation	intensive	modérée	peu ou pas
Couverture forestière	éparse 50 % Aire relativement ouverte	relativement continue 50 % sous-bois relativement ouvert	continue sous-bois totalement fermé
Origine d'espèces dominantes	introduites	locales et introduites	locales
Surface	0,4	1,1	485

TABLEAU II

Espèces avec DBH > 5 cm, récoltées dans une aire de 0,25 ha en forêt aménagée (Ilha das Onças), avec noms scientifiques, et données sur l'écologie et l'utilisation des végétaux. Les numéros de collecte se réfèrent aux collections de Anthony B. ANDERSON *et al.*

B = boisson ; C = alimentaire ; R = Remède ; M = bois pour construction, embarcations ou meubles ; F = fibre ; A = appât pour gibier ; E = énergie sous forme de bois et charbon ; O = matériel organique sous forme d'engrais ; U = ustensiles ; X = autres utilisations.

N°	Nom scientifique	Importance %	Utilisation
1066	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	28,4	B,C,R,M,F,O,U
1083	<i>Hevea brasiliensis</i> (A. Juss.) M. arg.	16,9	R,A,X
1129	<i>Theobroma cacao</i> L.	10,8	B,C
1095	<i>Inga edulis</i> Mart.	9,7	C,A,E
1084	<i>Spondias mombin</i> Urb.	5,9	B,C,R,M,A,E
1201	<i>Ficus cf. paraensis</i> (Miq.) Miq.	4,0	A
1152	<i>Inga cf. alba</i> Willd.	3,6	C,A,E
1137	<i>Cordia cf. bicolor</i> A. DC.	2,3	E
1171	<i>Pentaclethra macroloba</i> (Willd.) Kuntze	2,3	R,E,X
1056	<i>Cecropia cf. obtusa</i> Trec.	2,0	R,A,E
1128	<i>Theobroma grandiflorum</i> K. Sch.	1,6	B,C
1085	<i>Astrocaryum murumuru</i> Mart.	1,4	C,A,E,X
1200	<i>Guarea cf. guidona</i> (L.) Sleumer	1,3	E
1146	<i>Pithecellobium glomeratum</i> (DC.) Benth	1,1	R
1116	<i>Allophylus mollis</i> Radlk	0,9	---
1074	<i>Genipa americana</i> L.	0,9	B,C,R,M,O,U
----	<i>Mangifera indica</i> L.	0,9	C,R,A
1131	<i>Aegiphila cf. arboreoens</i> Vahl	0,8	---
1140	<i>Mauritia flexuosa</i> L.	0,8	B,C,M,F,A,U
1150	<i>Virola surinamensis</i> (Rol.) Warb.	0,8	R,M,A,E,X
	Autres espèces (8)	3,6	
	TOTAL	100	

que les arbres atteignant une hauteur de 15 m qui interfèrent directement avec la cime du palmier (par exemple *Phitecellobium glomeratum*, *Pentaclethra macroloba*, *Matisia paraensis*, *Guararibea guianensis*, *Protium polybotrium*).

La majorité des espèces éliminées sont peu utiles, hormis pour la production de bois de feu.

Dans des conditions naturelles, *Euterpe oleracea* forme des touffes d'environ une douzaine de stipes. Parmi eux, 9 ou 10 seront abattus et serviront pour la production de cœur de palmier. Ne resteront sur pied que 2 ou 3 troncs dont la production de fruits se trouvera augmentée. (*Données sous presse*).

La comparaison d'une parcelle de forêt aménagée et non aménagée permet de constater qu'en forêt non-aménagée, le nombre moyen de troncs par touffe est de 9,5 alors qu'il n'est que de 6,5 en forêt aménagée. L'aire basale totale des espèces (dont le diamètre à hauteur de poitrine est supérieur à 5 cm) est, en forêt, de 99.713 cm<sup>2</sup> sur des parcelles de 0,25 ha ; en forêt aménagée, elle est de 78.621 cm<sup>2</sup>.

En forêt aménagée, la représentation relative d'espèces d'intérêt économique augmente : *Hevea brasiliensis* — présente une importance relative de 16,9 % alors qu'elle n'est que de 3,1 % en forêt. (tabl. III).

À proximité de la maison, la manipulation de la forêt permet de favoriser diverses espèces aussi bien locales (*Euterpe oleracea*, *Hevea brasiliensis*, *Spondias mombin*), qu'introduites sur les îles (*Mangifera indica*, *Musa* spp.). La présence de ces dernières contribue à augmenter la variété de produits disponibles qui incluent boisson, gibier (attiré par les espèces fruitières), fibres, médicaments, bois (pour constructions, embarcations et meubles), huiles pour la confection de savon, latex, fertilisant organique, et divers ustensiles (tabl. II). La plupart de ces produits sont destinés à la vente. Les espèces herbacées ornementales qui croissent en sous-bois, sont commercialisées à Bélem (*Adiantum glaucescens*, *A. obliquum*, *Dryopteris* sp., *Nephrolepis* cf. *multiflora*, *Pityrogramma calomelanos*, *Pteris* cf. *biaurita*, *Monstera* sp.) ainsi que certaines espèces médicinales.

La forêt aménagée est une zone qui offre une grande variété de ressources et demande peu de travail d'entretien : seuls des nettoyages périodiques du sous-bois une ou deux fois l'an (en juillet et octobre) sont nécessaires. La structure forestière assure un ombrage permanent, qui limite l'invasion d'herbacées indésirables.

LA FORÊT : malgré la grande variabilité de la forêt en partie due à son degré d'utilisation dans le passé, ce milieu peut être caractérisé par une couverture forestière continue, la présence de nombreuses lianes et un sous-bois dense.

À tous les stades successionnels, la forêt inondée contient une grande diversité d'espèces économiquement importante (tabl. III). Dans la zone de forêt primaire inventoriée (parcelle de 0,25 ha), *Euterpe oleracea* représente 59 % des troncs présents et a une importance relative de 27,1 %.

La forêt fournit des ressources dispersées, mais importantes en raison de la surface disponible. Les porcs domestiques vont y chercher leur nourriture ; la plupart deviennent ainsi demi-sauvages et doivent être chassés. Ils s'alimentent des fruits de *Spondias mombin*, *Virola surinamensis*, *Astrocarym murumuru*, *Mauritia flexuosa*, *Scheelea martiana*...

Quand ces arbres fructifient, ils servent d'appât (« esperas ») pour le chasseur qui attend la venue du gibier. Après la pêche, la chasse représente sur

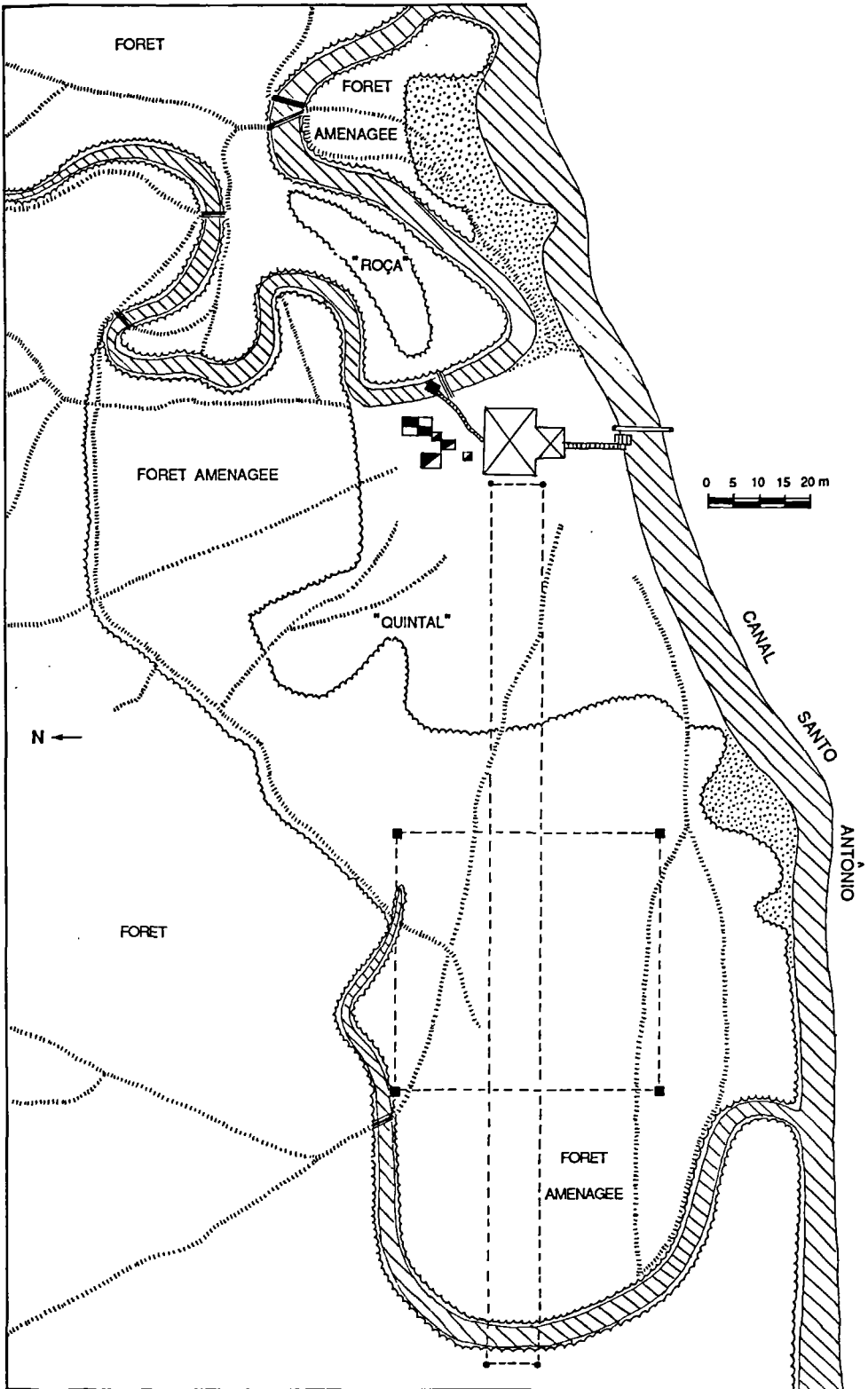


FIG. 2. — Principales zones de végétation sur l'île des jaguars

TABLEAU III

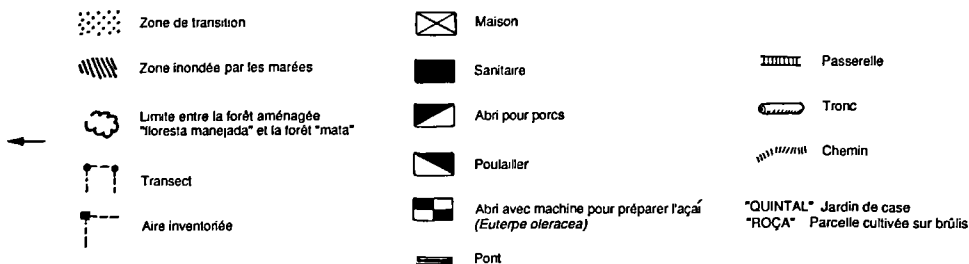
Espèces avec DBH > 5 cm, récoltées dans une aire de 0,25 ha en forêt (Ilha das Onças), avec noms scientifiques et données sur l'écologie et l'utilisation des végétaux. Les numéros de collecte se réfèrent aux collections de Anthony B. ANDERSON *et al.*

B = boisson ; C = alimentation ; R = remède ; M = bois pour construction, embarcations ou meubles ; F = fibre ; A = appât ; E = énergie sous forme de bois et charbon ; O = matériel organique sous forme d'engrais ; U = ustensiles ; X = autres utilisations.

N°	Nom Scientifique	Importance %	Utilisation
1066	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	27,1	B,C,R,M,F,O,U
1405	<i>Pterocarpus officinalis</i> Jacq.	9,0	A,E,U
1437	<i>Spondias mombin</i> Urb.	6,7	B,C,R,M,A,E
1402	<i>Pithecellobium glomeratum</i> (D.C.) Benth.	4,9	E
1407	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	4,4	R,M,A
----	<i>Astrocaryum murumuru</i> Mart.	3,6	C,A,E,X
1417	<i>Hevea brasiliensis</i> (A. Juss.) M. Arg.	3,1	R,A,X
1424	<i>Cynometra marginata</i> Benth.	2,9	M,A,E
1413	<i>Macarobium angustifolium</i> (benth.) Cowan	2,9	R,M,E
1416	<i>Inga</i> cf. <i>alba</i> Willd.	2,7	C,A,E
1408	<i>Pentaclethra macroloba</i> (Willd.) Kuntze	2,7	R,E,X
1404	<i>Matisia paraense</i> Huber	2,6	E
1412	<i>Quararibea guianensis</i> Aubl.	2,0	R,M,E
1414	<i>Terminalia dichotoma</i> Aubl.	2,0	M,E,U
1447	<i>Cordia</i> sp.	1,7	R,M,E
1420	<i>Dalbergia monetaria</i> L.f.	1,7	R
1411	<i>Protium</i> cf. <i>polybotrium</i> (Turcz.) Engl.	1,7	A,E
1410	<i>Mora paraensis</i> Ducke	1,2	R,M,A
1428	<i>Virola surinamensis</i> (Rol.) Warb.	0,9	R,M,A,E,X
	Autres espèces (33)	15,8	
	TOTAL	99,6	

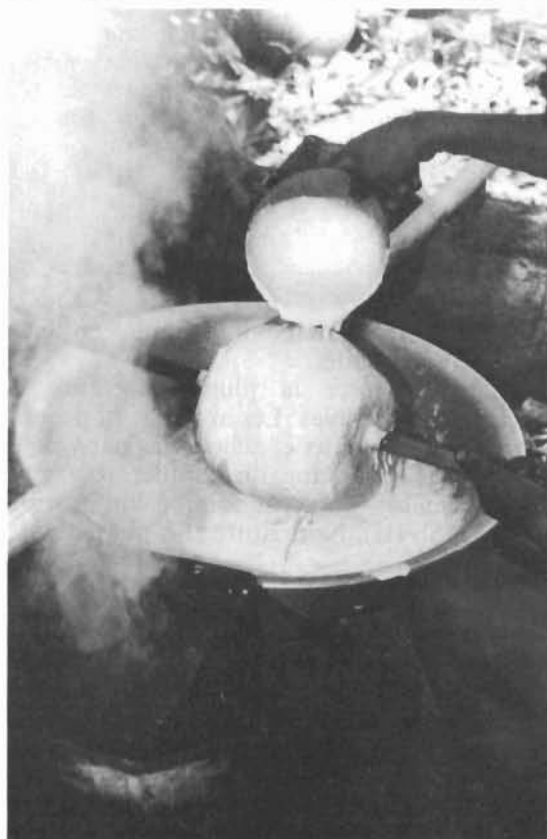
l'île des jaguars un fond de protéine important, en même temps qu'une ressource économique intéressante.

La forêt constitue la source la plus importante de bois pour les constructions, embarcations, meubles. Les arbres sont généralement abattus de juillet à septembre le long des canaux et acheminés par voie fluviale. Le bois de la plupart des arbres, et l'endocarpe de palmiers oléagineux (*Astrocaryum murumuru*, *Scheelea martiana*) — servent comme combustible, utilisé principalement pour la cuisine (tabl. III). Nourriture et boissons sont obtenues à partir





1.



2.





3.

PHOTO 1. — Extraction du latex d'*Hevea brasiliensis*

PHOTO 2. — Coagulation du latex d'*Hevea brasiliensis*

PHOTO 3. — Extraction de la pulpe des fruits d'*Euterpe oleracea*

de diverses essences forestières ; la forêt est le lieu préféré pour la collecte de miel. Elle fournit de nombreux remèdes, parmi lesquels des antiseptiques (*Carapa guianensis*, *Virola michelii*), vermifuges (*Euterpe oleracea*, *Hevea brasiliensis*), des aphrodisiaques (*Davillia rugosa*), des anti-anémiques (*Dalbergia monetaria*), des anti paludiques (*Quararibea guianensis*), des purgatifs (*Vismia guianensis*), des anti-inflammatoires (*Ceiba pentandra*), des anti-rhumatismaux (*Hura crepitans*, *Symphonia globulifera*)...

La forêt est également le principal fournisseur de fumier végétal (fruits, inflorescences, tronc et feuilles d'*Euterpe oleracea*), largement utilisé comme fertilisant et parfois vendu sur le marché de Bélem.

Les différents milieux exploités par le cabocle fournissent des ressources complémentaires : par un système de rotations dans sa propriété, l'exploitant va, au cours du temps, mettre en valeur diverses unités de production. Cette stratégie lui permet de créer des îlots forestiers où des ressources de plus

grande valeur économique sont concentrées, de maintenir les ressources animales et végétales préexistantes, et de disposer ainsi d'un potentiel renouvelable. Les écosystèmes créés de cette manière sont reliés entre eux par un jeu d'interactions biotiques qui assure la cohésion et la stabilité de l'ensemble : on note en particulier des échanges d'espèces végétales ou animales et des échanges de matériel organique entre les différentes unités.

## 2.2. L'île d'Urúa

La description qui suit relate un cas de minimisation du risque écologique, par restauration d'un couvert arboré après culture sur brûlis.

Sur l'île d'Urúa, au temps zéro, une parcelle défrichée et brûlée, est mise en culture. L'espèce dominante, la canne à sucre, croît en même temps que la végétation spontanée, et est récoltée au bout de deux ans.

La troisième année, durant la saison sèche (mois de juillet), un nettoyage est réalisé dans la parcelle, visant à une élimination sélective des espèces locales ; le « mutuchi » (*Pterocarpus amazoniense*), le « perui » (*Alibertia edulis*), l'« andorinha » (*Phyllanthus nobilis*), le « janaú » (*Trichanthera gigantea*) sont abattus et utilisés comme bois de feu.

Certains arbres sont conservés : *Hevea brasiliensis*, *Spondias mombin*, *Virola surinamensis*, *Genipa americana*, *Cedrela odorata*... Des graines du palmier *Euterpe oleracea* sont semées en sous-bois : cette espèce est considérée comme une excellente concurrente des espèces spontanées envahissantes, en particulier la « tiririca » (*Scleria mitis*). À la même époque, des arbres fruitiers sont introduits : *Anacardium occidentale*, *Mangifera indica*, *Psidium guajava*, et en grande quantité *Theobroma cacao*.

Au temps  $t=5$ , quand le cacaoyer commence à fleurir, *Euterpe oleracea* est éliminé : le cabocle considère qu'à ce stade, le palmier est un concurrent sévère du cacao pour l'apport en éléments nutritifs : il « assèche le sol ». Les espèces de la voûte qui entrent en compétition directe pour l'énergie lumineuse avec les espèces plantées en sous-bois voient leur tronc annelé. L'arbre meurt sur pied, perdant son feuillage : il peut-être utilisé comme bois de feu ou bois d'œuvre, selon l'espèce.

Par une utilisation judicieuse de la compétition entre les espèces, l'exploitant permet donc la reconstitution d'un couvert végétal qui facilite la croissance des espèces utiles.

## 2.3. L'île de Saracá

Différents exemples nous montrent comment le risque économique est perçu et, dans une certaine limite, contrôlé par l'exploitant.

En 1985, l'un des exploitants de l'île de Saracá, a procédé à l'abattage et à la vente d'espèces forestières (*Carapa guianensis*, *Virola surinamensis*, *Ceiba pentandra*) pour financer l'installation d'une plantation de cacaoyers dans sa propriété. La coupe n'a été que partielle, l'agriculteur conservant un stock semencier pour la reproduction des espèces exploitées.

L'arbre forestier, producteur de bois d'œuvre, est considéré ici comme réserve monétaire ; celle-ci n'est utilisée que pour faire face à des investissements majeurs : dépenses imprévues et élevées (soins médicaux) ou investissements nouveaux. En ce sens, l'arbre joue un rôle clé : c'est un capital disponible à tout moment, mais aussi un investissement à long terme assurant une fonction d'épargne qui permet, à l'exploitant, de faire face à des frais majeurs.

Parmi les produits d'*Hevea brasiliensis*, le latex coagulé ou « borracha », est conservé dans les cours d'eau, et n'est vendu qu'au fur et à mesure des besoins, et des fluctuations du marché, garantissant ainsi au producteur un contrôle sur ses revenus.

### 3. DISCUSSION DES ÉTUDES DE CAS

L'ensemble des îles de l'estuaire amazonien visitées, peuvent être caractérisées par un trait commun : la faible intensité de manipulation du milieu par l'homme. Si cette pratique est généralement considérée comme le résultat de la paresse humaine, elle mérite cependant d'être analysée comme réponse stratégique face aux risques encourus. Deux types d'aménagement<sup>2</sup> peuvent être distingués :

#### La manipulation de la végétation « en masse »

À ce niveau, l'intervention de l'homme n'est pas spectaculaire. L'exploitant modifie la composition floristique des communautés végétales en favorisant à un temps donné, la croissance d'une ou plusieurs espèces arborées, spontanée(s) ou introduite(s), et en éliminant les espèces indésirables.

Sur l'Ilha das Onças, le cabocle opère principalement dans le sous-bois, par élimination et substitution d'espèces végétales, plus rarement au niveau de la voûte, par élimination des arbres interférant avec les espèces utiles. Cette opération est cependant suffisante pour permettre la création de trouées ou de niches écologiques favorables à la croissance d'espèces spontanées ou introduites, utiles.

La régénération, qu'elle soit naturelle ou sélective, est l'élément pivot des systèmes étudiés : elle sert de lien entre les différentes zones, assure le maintien d'une haute diversité biologique et d'une grande hétérogénéité dans le milieu (fig. 3).

La régénération naturelle — contrôlée par des sarclages sélectifs — au lieu d'être un obstacle à la mise en culture d'une parcelle, s'avère être un support et un élément dynamique nécessaire à l'installation et à la croissance des espèces cultivées.

Le cycle sylvigénétique naturel n'est pas rompu, comme c'est le cas dans la plupart des systèmes de culture intensifs : il est utilisé comme base pour des aménagements du système de production.

Le cabocle trouve donc dans la dynamique même du milieu une partie des solutions nécessaires pour résoudre le problème du risque.

Des stratégies de mise en valeur du milieu forestier analogues ont été décrites en Indonésie (MICHON et BOMPARD, 1986).

#### Traitement du végétal individuel

Au niveau de l'espèce, l'intervention de l'homme est beaucoup plus marquée qu'au niveau de la végétation globale — tout en demeurant discrète.

Chaque végétal est l'objet d'une manipulation spécifique, fonction du risque qu'il peut engendrer ou encourir. Selon son origine, sa position dans l'espace, son stade de croissance et de développement, ses exigences écologiques, chaque espèce, voire chaque individu, reçoit un traitement particulier. Un exemple nous est fourni par le palmier *Astrocaryum murumuru*, qui est systématiquement éliminé près des maisons, du fait de ses épines dangereuses pour l'homme, mais qui est toléré en forêt où ses fruits oléagineux attirent le

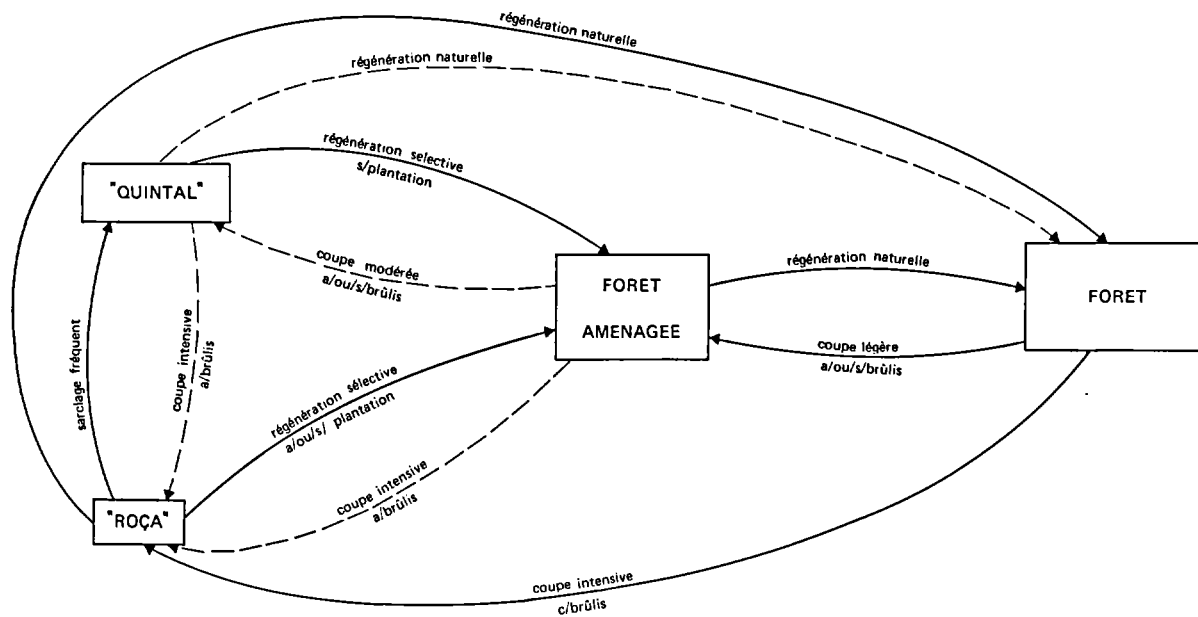


FIG. 3. — Importance de la régénération dans le maintien de la diversité biologique du milieu

gibier, et servent d'appât pour le poisson. Un autre exemple est celui du palmier *Euterpe oleracea*, considéré comme utile lors des premiers stades de régénération, mais qui doit être en partie éliminé quand il se trouve à proximité du cacao.

Les notions d'espèce « utile » et « indésirable » n'ont ici un sens que si elles sont définies par rapport à leur contexte spatio-temporel.

#### 4. CONCLUSION

À la frontière entre le sauvage et le domestiqué, la protoculture et la cueillette, la chasse et l'élevage, l'économie de subsistance et l'économie de marché, les populations cabocles du bassin amazonien recherchent les systèmes de production les plus aptes à diminuer les risques auxquels elles sont exposées.

À la culture d'espèces herbacées annuelles, le cabocle préfère la plantation, la dissémination, ou la conservation d'espèces fruitières et forestières utiles, locales et introduites. Les systèmes monocultureux intensifs sont bien moins fréquents en forêt inondée, limités aux rares terrains surélevés.

Si les surfaces explorées sont importantes (les propriétés visitées ont une taille variant entre 100 et 500 hectares), les surfaces sujettes à des aménagements intensifs sont, quant à elles, très réduites (quelques hectares).

Ces aménagements se caractérisent à la fois par leur simplicité (technologie, traitement de la végétation en masse), et par leur complexité (traitement du végétal individuel, interrelations entre niches écologiques différentes).

La stabilité des systèmes observés exige un contrôle permanent entre leurs éléments constitutifs. Par exemple, la prolifération des porcs peut devenir un facteur limitant pour le développement du cacao, et sur certaines îles, il existe une « loi du porc » qui autorise le propriétaire d'un terrain à tuer tout animal rencontré sur ses terres. Le rôle de l'agriculteur est de veiller à l'équilibre du système global en intervenant sur l'un ou l'autre des facteurs intrinsèques.

La combinaison de paramètres historiques, culturels, écologiques et socio-économiques permet de comprendre pourquoi les systèmes agroforestiers ont été retenus par les populations amazoniennes vivant en forêt inondée :

- Les risques importants d'inondation en varzea limitent la pratique de l'agriculture, qui, à grande échelle, exige des moyens et des technologies dont ne disposent pas la majorité des habitants — La culture du riz, par exemple, nécessiterait la création de polders — ;

- les caractéristiques de la forêt inondée (aptitude à régénérer rapidement, grande concentration d'espèces présentant un intérêt économique) expliquent en partie l'esprit conservacionniste dans lequel s'opère la mise en valeur du milieu. Le maintien relatif de la biomasse et de la diversité spécifique initiales, va de pair avec une minimisation du risque écologique en forêt tropicale humide ;

- la proximité de nombreux marchés facilite la vente des produits sylvestres à l'échelle régionale, nationale et internationale. En fonction des possibilités de commercialisation et de conservation des produits, on observe une spécialisation des systèmes agroforestiers. Aux environs de Bélem, l'espèce dominante en forêt inondée est le palmier *Euterpe oleracea*; aux environs de Cameté, c'est le cacao ;

- la diversification des produits de subsistance et des produits commercialisés est un facteur crucial dans la minimisation du risque : dans une région où

le transport et la vente de marchandises ne sont pas assurés de manière régulière, et où l'on assiste à des fluctuations importantes de prix et de production, l'exploitation d'un grand nombre d'espèces végétales et animales, est une garantie économique. La possibilité de conserver ces produits sur pied (cas des arbres « forestiers ») ou dans l'eau (cas du latex) est un élément déterminant pour le choix de l'espèce ;

- les systèmes agroforestiers font appel à une technologie très simple et peu coûteuse : la machette demeure l'instrument de travail le plus utilisé, et aucun engin mécanisé n'est employé. Le travail d'entretien est peu important : le nettoyage du sous-bois pendant l'époque la plus sèche de l'année constitue la dépense d'énergie la plus élevée. Elle nécessite, toutefois, la présence d'une main-d'œuvre importante ;

- les systèmes agroforestiers sont à la fois productifs et rentables (ANDERSON et GELY, *sous presse*) ;

- la présence en forêt inondée d'une population cabocle dont l'héritage culturel est issu en partie des connaissances acquises au cours des siècles par les groupes amérindiens d'origine, encourage la pratique des activités de cueillette.

L'exploitation de produits sylvestres, qui sous sa forme industrielle a été et demeure si préjudiciable à l'Amazonie, évolue donc, sous certaines conditions, en une forme viable et rationnelle d'utilisation des terres, au détriment de l'agriculture qui semble beaucoup moins adaptée. Cette évolution implique une véritable gestion du milieu forestier, basée sur une connaissance approfondie de la sylvigénèse et des essences forestières locales.

#### REMERCIEMENTS

Je remercie le Conseil National de Recherche Scientifique et Technologique brésilien (C.N.P.q.) et la Fondation Ford pour l'aide apportée à cette recherche ; D.Y. ALEXANDRE, A. ANDERSON et F. HALLE pour la lecture et la critique du manuscrit.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSON (A. B.), GELY (A.), STRUDWICK (J.), SOBEL (G. L.) ET PINTO (M.G.C.), 1985. — Um sistema agroflorestal na várzea do estuário amazônico (Ilha das Onças, Município de Barcarena, Estado do Pará). *Acta Amazonica*, suppl. 15 (1-2) : 195-224.
- ANDERSON (A. B.) ET GELY (A.), 1988. — Extrativism and Forest management by rural inhabitants in the Amazon estuary. In : « Natural Resource Management by Indigenous and Folk Societies in Amazonia ». D. A. Posey et W. Balee Eds. New York Botanical Garden, Bronx, N. Y. *Sous-presses*.
- BALICK (M. J.), 1985. — Useful plants of Amazonia : A resource of global importance. In : « Key Environments : Amazonia ». G.T. Prance and T.E. Lovejoy Eds. Pergamon Press.
- C.A.T.I.E., 1981. — Bibliography on tropical agroforestry 680 réf. Compiled by J. Combe, H. Jimenez S.A.A. et C. Monge, Turrialba, Costa Rica.
- COMBE (J.) ET DUBOWSKI (G.), 1979. — Classification of Agroforestry techniques. In : « Workshop Agroforestry systems in Latin America. Proceedings ». G. de las Salas Ed. : 17-47.
- DUBOIS (J.) 1979. — Aspects of Agroforestry Systems used in Mayomba and lower Congo (Zaïre). In : « Workshop Agroforestry systems in Latin America. Proceedings ». G. de las Salas Ed. Turrialba. Costa Rica : 84-90.
- DUCATILLON (C.) et GELY (A.) 1985. — Approche botanique de l'agroforesterie tropicale : méthodes et techniques. *Les cahiers de la Recherche — Développement* 6 : 68-74.
- FEARNSIDE (P. M.) 1982. — Desmatamento na Amazonia brasileira : com que intensidade vem ocorrendo? *Acta Amazonica* 12 : 579—590.
- FEARNSIDE (P. M.) 1984. — A Floresta vai acabar? *Ciencia Hoje* 2 (10) : 43-52..

- HALLE (F.), 1985. — Un système d'exploitation ancien, mais une interface scientifique nouvelle : l'agroforesterie dans les régions tropicales. In : « Milieux et Paysages ». Y. Chatelin et G. Riou Eds : 46-65.
- HECHT (S. B.) 1982. — Agroforestry in the Amazon Basin : Practice, Theory and Limits of a promising Land Use. In : Proceedings of the International Conference sponsored by the Rockefeller Foundation, L.T.D., G.T.Z., C.I.A.T., North Carolina State University, I.C.R.A.F.
- I.C.R.A.F. 1983. — A selected bibliography of Agroforestry compiled by L. Majisu et R. Labelle. Nairobi, Kenya.
- I.R.A.T., 1982. — Bibliographie sur l'Agroforesterie. 698 références, Nogent sur Marne, France.
- KING (K.F.S.), 1979. — Agroforestry, a new system of land management. In : Dept of Ag. Research, Koninklijk. *Inst. voor de Tropen* 30 : 1-10.
- LIMA (R.), 1956. — A agricultura nas várzeas do estuário do Amazonas. *Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Norte* (Bélem) 33 : 1-164.
- MARY (F.), 1986. — Agroforêts et sociétés : Étude comparée de trois systèmes agroforestiers indonésiens. Doctorat de III<sup>e</sup> cycle. ENSAM Montpellier.
- MAYDELL (H. J.), 1982. — What is agroforestry? *Agroforestry system* 1 (1) : 7-12.
- MICHON (G.) et BOMPARD (J. M.), 1986. — Agroforesteries indonésiennes : contributions paysannes à la conservation des forêts naturelles et de leurs ressources. *La terre et la vie* : 86-148.
- MEGGERS (B.) 1971. — Amazonia, men and culture in a counterfeit paradise. Chicago Adline.
- MIQUEL (S.) et HLADIK (A.), 1984. — Sur le concept d'agroforesterie : exemple d'expériences en cours dans la région de Makokou, gabon. *Bulletin d'Ecologie*. C.N.R.S. 15 (3) : 163-173.
- NAIR (P.K.K.), 1983. — Global inventory of agroforestry systems : a project I.C.R.A.F., Kenya.
- OLDEMAN (R.A.A.), 1981. — The design of ecologically sound agroforests. In : « *Viewpoints on Agroforestry* ». K. F. Wiersum Ed. Agricultural University, Wageningen : 75-121.
- PADOCH (C.), INUMA (J. C.), DE JONG (W.), et UNRUM, 1985. — Amazonian agroforestry : a market-oriented system in Peru. *Agroforestry Systems* 3 : 47.
- PARKER (E. P.), 1985. — Cabocloization : the transformation of the Amerindian in Amazonia 1615-1800. In : « Peasantry of the Brazilian Amazon : Historical and Theoretical Perspectives ». E. P. Parker Editor. Williamsburg : Studies in Third World Societies Publication Series, vol. 29.
- ROSS (E. B.), 1978. — The evolution of the Amazon peasantry. *Journal of Latin American Studies* 10 (2) : 193-218.
- SEIGNOBOS (C.), 1982. — Végétations anthropiques dans la zone soudano-sahélienne : la problématique des parcs. *Revue de géographie du Cameroun* 3 (1) : 1-23.
- TOLEDO (V. M.) et al., 1978. — Estudio botánico y ecológico de la región del Rio Uxpanapa : el uso multiple de la selva basado en el conocimiento tradicional. *Biotica* 3 (2) : 85-101.
- TORQUEBIAU (E.), 1984. — Man-made Dipterocarp forest in Sumatra. *Agroforestry Systems* 2 (2) : 103-128.
- VIERA (L. C.), CARVALHO et OLIVEIRA (N. V.) et BASTOS (T. X.), 1971. — Os solos do estado do Pará. Bélem, Cadernos Paraenses do I.D.E.S.P. : 1-137.

## NOTES

1. L'extrativisme désigne ici une action prédatrice de l'homme sur les ressources du milieu naturel.

2. Le terme aménagement désigne ici toutes les manipulations conscientes de l'écosystème, qui visent à une utilisation future des ressources biotiques du milieu. L'aménagement est d'autant plus adapté qu'il intègre mieux le facteur risque.





# **Risque alimentaire et stratégies paysannes au nord des Monts Mandara (Cameroun)**

Antoinette HALLAIRE \*

Le nord des Monts Mandara est peuplé de plus de 250 000 habitants, vivant tassés sur leurs massifs et sur les piémonts qui les bordent : leurs densités dépassent souvent 100 au km<sup>2</sup>. Ils constituent une population à risque. Malgré un travail intensif et des techniques bien adaptées au milieu, leur système agricole, fragilisé par l'introduction de cultures destinées à la vente, leur permet tout juste de couvrir leurs besoins alimentaires. L'équilibre est compromis dès que surviennent des obstacles, tels que la maladie ou l'insuffisance des pluies, entraînant une diminution des productions.

Ces populations se divisent en plusieurs groupes ethniques : Mafa, Hidé, Podoko, Moutkélé, Minéo, Mora, Vamé, Ouldémé, Mada, Zoulgo, Gemjek, Mouyeng, Mbokou, Mofou-Diamaré, dont les langues diffèrent, mais dont le mode de vie et les coutumes sont semblables. Toutes ont une préoccupation, — une hantise —, commune, celle du risque de la faim, et toutes ont adopté des mesures et des comportements analogues pour y faire face le mieux possible.

## **ASSURER LA SOUDURE ANNUELLE**

En octobre et novembre, les montagnards du nord des Monts Mandara font leurs récoltes, et celles-ci doivent leur permettre d'assurer leur subsistance pendant un an. Comme pour tous les cultivateurs de la zone soudano-sahélienne se pose la question de la soudure. Pourra-t-on joindre les deux bouts de l'année, ne pas être contraint de diminuer les rations alimentaires pendant les mois précédant la récolte suivante, qui sont précisément ceux où l'on a besoin de toutes ses forces pour le travail des champs ?

Mais le problème prend ici plus d'acuité qu'ailleurs. Limités par le temps, car ils travaillent à la main sur des pentes transformées en terrasses et nécessitant des soins assidus, limités souvent également par l'espace du fait du surpeuplement, les montagnards ne peuvent mettre en culture que 75 ares en moyenne par actif, dont environ un quart est réservé à la culture commerciale, arachide ou coton, qui leur procure les ressources monétaires indispensables. Leur récolte de mil<sup>1</sup> ne leur laisse donc guère d'excédent, même en année

---

\* Géographe ORSTOM, 13 rue du dragon, 75006 Paris.

normale. Par ailleurs, les cultures secondaires telles que la patate ou le voandzou, qui dans d'autres régions constituent un appoint alimentaire efficace, sont ici très réduites. C'est le champ de mil qui, avec ses plantes associées (haricot, gombo, oseille de Guinée, éleusine, sésame) doit fournir tout au long de l'année les repas quotidiens, la boule et la sauce qui l'accompagnent.

Chaque exploitant doit donc gérer avec prudence ses stocks de produits récoltés, en particulier ceux de mil, la nourriture de base. L'imprévoyant qui puiserait à l'excès dans ses provisions serait ensuite réduit à la portion congrue. Pour pallier ce risque, les groupes montagnards ont instauré des règles coutumières qui servent de garde-fous aux éventuels insouciantes.

### Le grenier de mil de saison des pluies

Lors de la récolte, en octobre, les épis de mil sont entassés sur une aire de séchage, généralement une dalle de rocher proche de l'habitation. Pendant les trois mois suivants, une fois terminés les éventuels reliquats de l'année précédente, on puise dans le tas pour les besoins quotidiens. En janvier ou février ont lieu le battage et le vannage ; le grain est porté dans les greniers familiaux, gros silos cylindriques en terre sur sous-bassement en pierres, percés d'un orifice auquel on accède par une échelle.

Les femmes de l'exploitation (la ou les épouses, parfois la mère du chef de famille), ont chacune un grenier muni de cloisons et d'étagères intérieures où sont entreposés haricots, pois voandzou et plantes à sauce diverses, et dont une partie est réservée au mil. Elles n'ont pas de champ de mil personnel (sauf chez l'un des groupes ethniques, les Mofou). C'est sur le stock global que le chef de famille prélève les parts des femmes, qui les portent dans leurs greniers respectifs.

Le chef de l'exploitation, quant à lui, dispose généralement d'au moins deux greniers à mil. L'un d'eux, apparu récemment et parfois construit, contrairement aux autres, à l'extérieur de l'habitation, est réservé aux variétés de sorgho de plaine qui ont pris une certaine importance depuis quelques décennies du fait de l'extension des terroirs montagnards sur les piémonts. Il s'agit d'un sorgho rouge (*djigari* en fulfuldé) et plus rarement du sorgho repiqué de saison sèche (*moukwari* en fulfuldé) cultivé sur terres argileuses. Ces sorghos, purement utilitaires, ne peuvent servir pour les sacrifices ou les fêtes, et ne sont pas concernés par les rites agraires et règlements coutumiers. Ils sont toujours soigneusement séparés du mil traditionnel de montagne. Ils se conservent moins bien que ceux de montagne et sont les premiers à être consommés.

L'autre grenier (parfois dédoublé pour les grosses exploitations) du chef de famille reçoit le plus gros de la récolte de mil de montagne, ce qui reste après les distributions aux femmes. Il dépasse les autres par ses dimensions et occupe une position centrale dans l'habitation. Des tessons de poterie représentant les ancêtres, des pierres servant d'autels sur lesquels seront offerts des sacrifices, sont placés à l'intérieur ou à ses pieds. J. F. VINCENT note à propos des Mofou : « *Les ancêtres sont considérés comme toujours propriétaires du mil cultivé sur leurs anciens champs. Ils exercent un droit de regard sur lui et veillent à ce qu'il ne soit pas gaspillé* »<sup>2</sup>.

C'est précisément ce grenier dont le contenu va nourrir la famille pendant les derniers mois qui précèdent la récolte suivante. Une fois rempli, il est hermétiquement clos par une poterie jointoyée de glaise. Cela limite l'entrée des parasites et surtout aide à résister à la tentation d'y puiser. Chaque chef de



PHOTO 1. — Groupe de greniers dans une habitation en construction. Chacun a son statut, sa fonction. Le grenier de mil du chef de famille, ouvert en dernier, est destiné à la consommation de saison des pluies



PHOTO 2. — Un montagnard achète du sorgho sur un marché à un musulman de la plaine. Lui-même n'en vend jamais, même lorsque sa production est excédentaire

famille décide du moment de son ouverture. Mais ce ne sera, en tout état de cause, que lorsque les greniers des femmes seront épuisés, et en principe, seulement lorsque les pluies et les travaux des champs auront commencé. L'ordre de consommation est donc bien fixé : après la mise en grenier, on prend d'abord le mil mal vanné, « le mil sale », généralement mis à part dans des poteries ; puis le mil des femmes ; ensuite éventuellement le mil acheté sur les marchés ; et enfin en saison des pluies le mil de l'homme.

La période difficile de soudure tend donc à se situer non pas en saison des pluies, mais à la fin de la saison sèche, avant l'ouverture du grenier de l'homme. Même lorsque la récolte a été abondante, il existe de février à mai une réduction de la consommation, une « faim de la saison sèche » ou « faim du grenier scellé », une sorte de jeûne coutumier considéré comme normal<sup>3</sup>. Ce jeûne sera évidemment plus sévère en année de disette. Mais, libres de leur temps, les gens peuvent compléter leur nourriture par la cueillette de fruits, la chasse aux damans ou aux rats, ou aller s'embaucher comme manœuvres. Ceux qui ont de l'argent peuvent aussi acheter du mil, pour tenir jusqu'à l'arrivée des pluies.

Ainsi, pendant les quatre à cinq mois de travail agricole, les montagnards, sauf dans les années mauvaises, mangent suffisamment. Une enquête alimentaire effectuée en 1960-1961 (année de récolte satisfaisante) montre que les consommations journalières de mil étaient plus élevées en saison des pluies qu'en saison sèche.

### L'interdit de la vente de mil

Après avoir vécu en quasi-autarcie, les montagnards se sont ouverts très progressivement, au cours du XX<sup>e</sup> siècle, à l'économie de marché. Ils vendent leur arachide et leur coton, cultivés dans ce but, mais également la plupart de leurs autres produits agricoles : haricot, voandzou, gombo..., ainsi que leur force de travail en allant s'embaucher en plaine. Longtemps dédaigneux à l'égard de l'argent, ils ne peuvent désormais plus s'en passer. Outre l'impôt, ils sont sollicités par toutes sortes de besoins : vêtements, frais de scolarisation, dépenses de santé. Les marchés hebdomadaires de piémont qui les mettent en contact avec des commerçants et des producteurs de plaine sont très fréquentés, les points de vente où s'offrent à leur convoitise viandes cuites appétissantes et bière de mil se sont multipliés.

Très vite est apparu chez tous les groupes ethniques de la région l'interdit de la vente de mil, un interdit à caractère essentiellement religieux. Production sacralisée, le mil doit servir à nourrir les populations du terroir qui l'a produit, ou à préparer les bières de fêtes. L'utiliser à des fins mercantiles serait un détournement. Celui qui en a trop doit le conserver pour l'année suivante, ou le prêter à celui qui en manque. Tout au plus pourra-t-il en vendre quelques tasses s'il ne peut faire face autrement à une dépense obligatoire telle que l'impôt.

S'il a une forte coloration religieuse, l'interdit frappant la vente de mil, qui préserve les cultivateurs de la tentation de dilapider leurs réserves, est lié au contexte de pénurie propre à la région. Sa raison d'être est économique. Il n'existe pas chez les populations voisines, comme celles du sud des Monts Mandara, pourtant également animistes, mais dont les récoltes couvrent largement les besoins.

Un autre risque de gaspillage est apparu au cours de ces dernières décennies avec la vente de mil sous forme de bière. Autrefois destinée seulement à la célébration des fêtes ou aux travaux d'entraide, la bière est

maintenant faite également pour être vendue. Les femmes y trouvent leur bénéfice, et les hommes leur plaisir.

Dans un premier temps, certains responsables de massifs ont tenté de prohiber toute vente de bière en montagne, en faisant intervenir la notion de souillure qui en résulterait, et de ne l'autoriser que sur les marchés hebdomadaires se tenant en piémont. Mais cette défense n'a pu être maintenue, sous la pression des populations. Aujourd'hui, nombreuses sont les habitations, en montagne comme en piémont, qui se transforment en saison sèche pour une journée en débits de boisson.

En revanche, un autre interdit, dont les montagnards ressentent le bien-fondé, est parfaitement respecté. Les femmes ne peuvent en aucun cas utiliser le mil de montagne pour la bière destinée à la vente. Elles la préparent le plus souvent avec du sorgho qu'elles achètent sur les marchés, ou éventuellement avec les variétés de plaine récoltées sur les piémonts qui, on l'a vu, ne sont pas concernées par les règlements coutumiers. Ainsi les réserves vitales ne sont pas amputées.

Ces différentes règles, il faut le noter, n'ont été mises en place qu'au cours du *xx<sup>e</sup>* siècle, avec l'instauration d'une économie de marché. La coutume n'est pas un corpus figé une fois pour toutes, elle s'adapte aux situations nouvelles. Et l'un de ses rôles est de préserver la survie du groupe.

## AFFRONTER LES MAUVAISES RÉCOLTES

L'auto-suffisance alimentaire est pourtant menacée lorsque la production est inférieure à la normale et que les greniers ne peuvent être remplis. Les irrégularités climatiques, le plus souvent l'insuffisance ou la mauvaise répartition des pluies, les invasions de chenilles ou de criquets, peuvent provoquer, dans ce milieu sensible, des récoltes médiocres, voire catastrophiques. De 1970 à 1973, en 1976 et 1977, en 1983 et 1984, des sécheresses ont ainsi gravement compromis l'équilibre alimentaire. En 1966, des conditions météorologiques défavorables ont empêché l'épiaison, anéantissant presque totalement la récolte de sorgho.

S'ils ne maîtrisent pas vraiment ces situations, les montagnards savent prendre des mesures pouvant au moins servir de palliatifs.

### Les greniers de réserve. L'éleusine

Le procédé le plus efficace consiste à garder en réserve les excédents des bonnes années.

Couramment, les familles disposent en fin de saison des pluies d'un reliquat, utilisé pendant les premiers mois suivant les récoltes. Elles ont ainsi une certaine marge de manœuvre. Mais deux années consécutives déficitaires ou une année catastrophique sont beaucoup plus difficiles à assumer.

Pour y faire face, des cultivateurs se constituent progressivement des greniers de réserve. Certains en auraient plusieurs. On a vu plus haut que les montagnards s'imposent en fin de saison sèche un semi-jeûne, même lorsque le mil est abondant et qu'il n'y aura pas de problème de soudure cette année-là : son but est de mettre de côté pour les mauvaises années. Le paysan met sa fierté à exhiber du vieux mil, complètement parasité, et à montrer ainsi sa sagesse et sa prévoyance. Lorsque survient la disette, il peut non seulement nourrir sa propre famille, mais faire des distributions ou des prêts aux membres de son lignage en difficulté.

Le problème du parasitisme est cependant un handicap. En quelques

années, la provision est amputée. Si l'on proposait aux populations des moyens techniques pour éliminer ces dégâts, il est probable que les greniers de réserve se multiplieraient.

Des exploitants ont trouvé une solution avec l'éleusine. Cette petite céréale, cultivée en association dans certains champs de sorgho, n'est produite qu'en faibles quantités. Plante-relique, elle aurait eu autrefois plus d'importance, et est encore utilisée pour certains sacrifices, ou pour faire une boisson très alcoolisée. Une des principales raisons de son maintien est précisément qu'elle se conserve indéfiniment dans les greniers, ses grains minuscules et durs ne pouvant être percés par les parasites, contrairement à ceux de sorgho et de mil pénicillaire. Dans certaines habitations se trouveraient des greniers remplis d'éleusine.

Avec son ou ses greniers de réserve, qu'il devra en général partager avec d'autres, le montagnard prévoit le risque alimentaire sans toutefois le maîtriser vraiment : une récolte catastrophique le laisse démuni. Mais pour lui, note V. de COLOMBEL, s'acharner, au-delà d'une certaine mesure, à thésauriser du mil serait orgueil humain, défi aux esprits protecteurs de la montagne. Il faut laisser une certaine part au hasard, — ou aux puissances surnaturelles que chaque collectivité villageoise cherche à honorer et à se concilier par l'ensemble des rites coutumiers.

### Les achats de sorgho grâce aux ventes et aux salaires

Depuis quelques décennies, les montagnards, on l'a vu, sont entrés dans une économie monétaire. Ils gagnent leur argent essentiellement de deux façons : en vendant leur arachide ou leur coton, et en allant s'embaucher comme manœuvres chez les musulmans des plaines voisines. Lorsque leurs récoltes de produits vivriers sont insuffisantes, ils consacrent une partie de leurs revenus à des achats de sorgho sur les marchés. Aujourd'hui, plutôt que sur leurs réserves de grains, c'est surtout sur ces rentrées que les nouvelles générations comptent pour faire face à une pénurie alimentaire.

Les mauvaises récoltes, dues le plus souvent à des conditions climatiques défavorables, concernent en général tous les produits agricoles. Il arrive pourtant qu'elles soient mauvaises pour le mil et satisfaisantes pour la culture de rente ou réciproquement, les plantes n'ayant pas les mêmes exigences. Ainsi le sorgho souffre plutôt d'une arrivée tardive des pluies, l'arachide de leur arrêt prématuré. Certaines années, les paysans peuvent ainsi affecter une partie du produit de leurs ventes à des achats de sorgho.

La vente de bétail peut également permettre de compléter les stocks de mil. Chaque famille a quelques animaux (chèvres et moutons, parfois un bœuf) destinés aux sacrifices et aux fêtes. C'est là un petit capital que l'on réalise en cas de besoin.

Le salariat est devenu une ressource relativement importante pour les montagnards depuis que les exploitants de plaine cultivent le cotonnier. Ceux-ci disposent en général de charriots pour préparer leurs champs de coton, mais ont besoin de main d'œuvre pour les sarclages et la récolte. Ils font en outre du sorgho de saison sèche et font appel à des montagnards pour le repiquer (en septembre) et pour le récolter (en février). Ces travaux se situent donc pour une part en fin de saison les pluies et en saison sèche. De leur côté, les montagnards ont terminé l'essentiel de leurs propres travaux dès le mois de juillet. Ils peuvent donc, sans que leur production en souffre, aller s'embaucher en plaine. En année de disette, ils consacrent plus de journées qu'en temps normal à cette activité salariée, afin d'acheter du sorgho.

Le principal inconvénient de ce type de mesures fondées sur l'achat de mil, est la flambée des prix des denrées alimentaires et particulièrement du sorgho, lors des mauvaises années. L'argent gagné perd ainsi une bonne part de son efficacité.

### Et si les criquets revenaient ?

Pendant neuf années consécutives, de 1925 à 1933, les montagnes des Mandara ont subi une invasion de criquets, provoquant une famine sans précédent dont le souvenir est resté vivace.

Les morts furent nombreux. Des familles descendirent se réfugier en plaine. Plutôt que de les voir mourir, des gens vendaient leurs enfants « *contre une agoda<sup>4</sup> d'oseille de Guinée ou un quart d'agoda de haricot. On se mariait facilement en ce temps-là ; si le père d'une fille te voyait avec quelques grains de sorgho, il te poursuivait pour te la donner* ».

L'administration de l'époque, débordée devant l'ampleur du phénomène, n'aida guère les populations, si ce n'est par quelques distributions de mil. Mais elle prit conscience du surpeuplement : c'est alors que démarra la politique d'incitation à la descente.

Cette période est restée dans la mémoire collective comme un cauchemar. Cinquante ans plus tard, l'éventualité d'un retour du fléau est encore prise en compte, et plusieurs pratiques s'y réfèrent. Il est courant d'entendre au cours des enquêtes agricoles : « *si nous cultivons telle plante, c'est pour en conserver la semence au cas où les criquets reviendraient* ».

En neuf ans, les montagnards ont eu le temps d'observer leurs mœurs. Les criquets commencent leurs dégâts lorsque le mil a une trentaine de centimètres de hauteur ; ils anéantissent alors tout ce qui est en train de pousser. Dans un deuxième temps, ils s'attaquent surtout, sur les champs épargnés, aux épis de sorgho, mais non aux autres productions : haricots, voandzou, oseille de Guinée, mil pénicillaire... C'est sur elles que l'on compte pour éviter la pénurie totale.

Ainsi, chez certains groupes, on trouve un peu de mil pénicillaire associé au sorgho : moins vulnérable, il serait abondamment semé au cas d'une nouvelle invasion. Mais la plante la plus intéressante est le voandzou. Semé tardivement, il échappe à la voracité des ravageurs. Beaucoup, pour cette raison, attendent la saison des pluies pour le consommer ou pour le vendre. Si les criquets réapparaissent, ils en feraient de grands champs au lieu des petites parcelles habituelles.

Peu à peu cependant, la crainte des criquets s'estompe, malgré leur réapparition au cours de cette dernière décennie, sans grande gravité jusqu'à présent dans la région. Seuls, les gens âgés ont connu la grande famine des années 25-33, et surtout, beaucoup pensent qu'on les aiderait maintenant dans leur lutte par l'emploi d'insecticides.

\*  
\* \*

Placés dans des conditions difficiles, les montagnards ont su trouver et appliquer tous les moyens à leur portée pour faire face à la pénurie alimentaire. Les règles coutumières les aident à éviter tout gaspillage, l'homme prévoyant qui arrive grâce à ses réserves à assumer les disettes est valorisé.

Pourtant, depuis une vingtaine d'années, on les a vu souffrir de la faim, à de nombreuses reprises. Des enquêtes, menées notamment par V. de

COLOMBEL chez les Ouldémé en 1977, font apparaître des pertes de poids de plus de 10 % chez les adultes et des arrêts de croissance chez les enfants.

La dégradation des conditions climatiques et le développement des cultures commerciales aux dépens du sorgho en sont les deux raisons essentielles. Mais il semble aussi que, à pénurie égale, les paysans soient moins bien armés qu'autrefois.

En effet, les obligations coutumières ne sont plus observées avec la même rigueur, les valeurs traditionnelles, l'esprit de prévoyance et de solidarité perdent de leur impact.

Ce sont les hommes mûrs ou âgés qui ont des greniers de réserve. Les jeunes comptent plutôt sur les apports de leurs salaires, pourtant insuffisants, on l'a vu, si la disette est grave. Avec l'affaiblissement des croyances religieuses ancestrales, les transgressions d'interdit se multiplient. Certains, dit-on, vont en cachette vendre du mil prélevé subrepticement dans leur grenier de saison des pluies, afin de pouvoir payer des médicaments, ou même simplement pour s'offrir de la bière.

À leur mesure, les « nouveaux montagnards » sont axés maintenant sur la consommation. Ils doivent gérer non plus seulement des stocks de marchandises, mais un petit budget, et sont tiraillés par de nouveaux besoins. L'environnement extérieur les incite plus à s'habiller correctement, à se soigner, à manger de la viande, qu'à prévoir une récolte déficitaire.

Sans doute ce relâchement explique-t-il pour une part la gravité des récentes disettes. Pour remplacer la coutume défaillante, certains observateurs estiment qu'un effort d'éducation doit être entrepris. Ici ou là, on les encourage à faire des champs communautaires et à constituer des greniers de réserve par quartier. Mais chez ces paysans, individualistes dès que les solidarités religieuses ne sont pas en cause, il n'est pas sûr que cette solution soit suffisante. Revaloriser la responsabilité personnelle des chefs d'exploitation, les encourager, grâce à des améliorations techniques, à remplir des greniers de réserve familiaux, habitude qui tend à tomber en désuétude, irait davantage dans le sens de la tradition, et serait sans doute plus efficace.

#### NOTES

1. Il s'agit soit du sorgho, soit du mil pénicillaire que certains groupes (Mafa, Hidé) alternent régulièrement avec le sorgho.

2. J. F. VINCENT, 1982. — Pouvoir et contrôle du mil : greniers individuels et collectifs chez les montagnards Mofu. *Journ. d'Agr. Trad. et de Bot. Appl.*, 3-4 : 295-306.

3. C'est du moins le cas chez les populations les plus traditionnelles comme les Ouldémé observés par V. de COLOMBEL.

4. Agoda : mesure correspondant à environ 800 grammes de marchandises.



# ***La gestion des réserves vivrières en pays serer***

Jérôme LOMBARD \*

Au sein du vieux pays serer, nous avons observé durant l'année 1985 les stratégies de survie mises en œuvre par les paysans, pour faire face au déficit céréalier de la campagne 1984-85.

Le pays serer autour de Niakhar (fig. 1) connaît depuis plusieurs années une succession de récoltes céréalières et arachidières médiocres. Les paysans indiquent à ce propos qu'ils vivent une crise des productions sans interruption depuis 1978 ; on peut même parler de déficit chronique dans certains villages.

Face à la fois à l'ampleur et à la permanence du déficit, force est de constater que la paysannerie serer continue à subsister dans ses terroirs. Comment les Serer pallient-ils alors la déficience du système d'autoconsommation fondé sur le mil récolté ?

En toute hypothèse, les paysans ont des réactions « classiques » à ce genre de crise, car ils les ont déjà éprouvées lors de soudures passées. Le risque de « soudure » revient en effet annuellement et les paysans sont alors contraints de le gérer en la réduisant ou en la décalant au cours de l'année.

Par ailleurs, y a-t-il une relation prononcée entre l'aggravation conjoncturelle de la durée de la soudure et le type et l'ampleur des réactions paysannes ? Ou bien en définitive, le caractère chronique de la crise des productions n'introduit-il pas de nouveaux comportements en matière de consommation alimentaire ?

## **MÉTHODOLOGIE**

Notre objectif était tout d'abord d'évaluer le déficit vivrier dans la zone d'étude du programme ORSTOM de façon simple et rapide. Nous avons sélectionné 5 villages à l'ouest de Niakhar (fig. 1), qui sont disposés selon un gradient nord-sud, et qui se différencient par un degré de déficit très variable suivant l'année.

Au sein des villages, nous avons soumis un questionnaire aux chefs de cuisine (mai 1985). La cuisine représente l'entité de base dans une concession serer, au niveau de laquelle s'appréhendent de façon assez précise la production, le stockage, la circulation et la consommation de mil (GASTELLU,

---

\* Géographe, 32 rue des Sables du Moulin à Vent, 78112 Fourqueux.

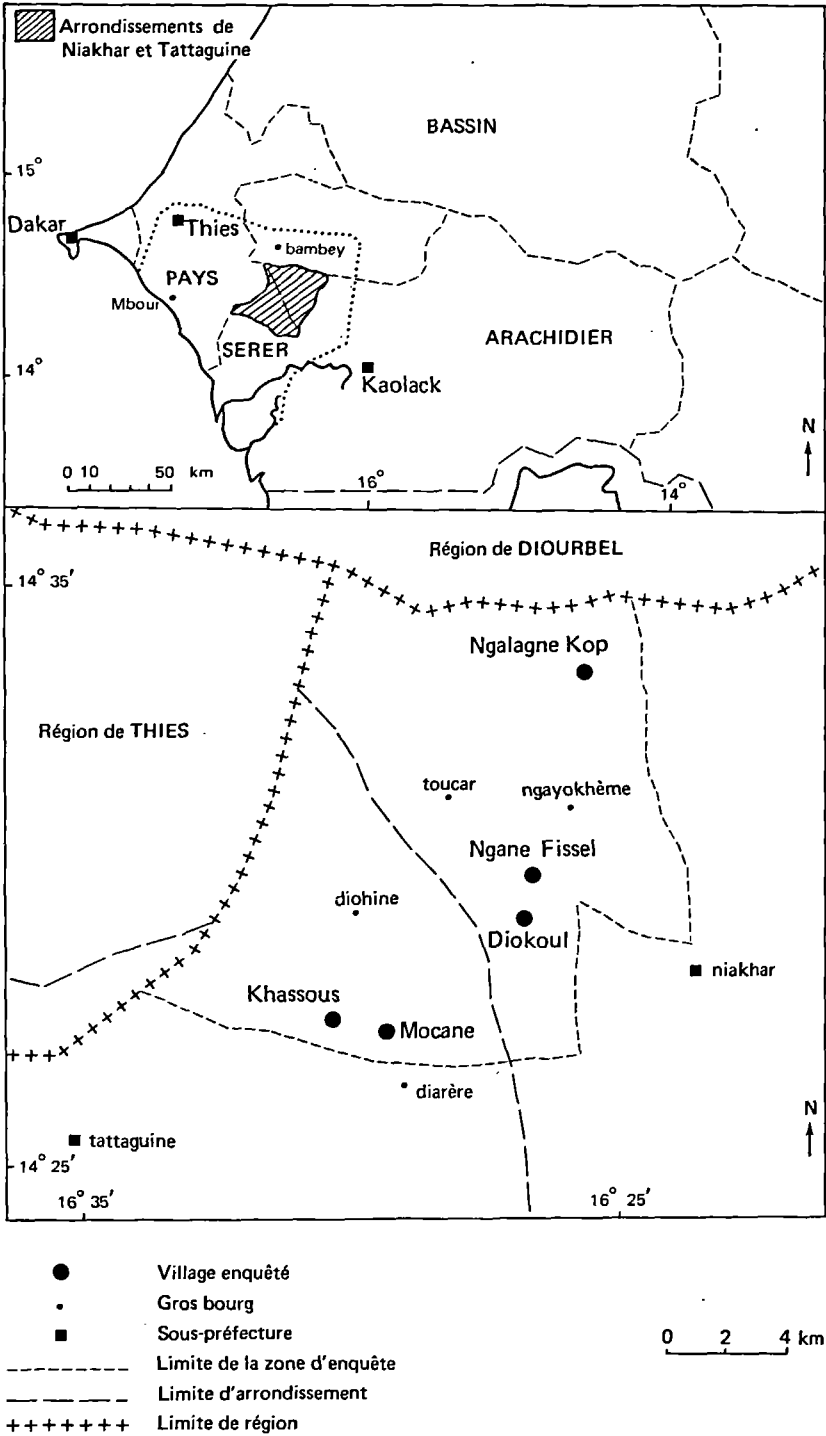


FIG. 1. — Villages enquêtés dans la zone d'étude de l'ORSTOM

1980). L'enquête faite auprès de 250 cuisines a d'abord permis, avec des méthodes d'évaluation allégées, d'estimer la quantité récoltée en utilisant deux modes de mesure paysans : la contenance des greniers et l'équivalent de la récolte en nombre de mois de consommation. La réponse nous est apparue fiable, même si l'estimation de la quantité récoltée varie en moyenne de 5 à 10 % selon la mesure employée.

Avec les paysans, nous avons en outre retracé la chronologie de la consommation de novembre 1984 à mai 1985, soit 7 mois de saison sèche, et sur les deux années agricoles précédentes, 1982-83 et 1983-84, en les questionnant sur les quantités achetées, empruntées, vendues et reçues sous forme de dons.

La synthèse des résultats est réalisée par le moyen de bilans céréaliers par cuisine pour les trois années (BENOÎT-CATTIN, 1984) : ils permettent de se faire une idée assez précise de l'organisation de la consommation durant l'intervalle entre deux récoltes. En outre, en les rapprochant des tableaux de production par cuisine, on peut voir dans quelle mesure le degré de déficit fait recourir à telle ou telle stratégie.

### L'ESTIMATION DU DÉFICIT ET DE LA SOUDURE

En 1984 (tabl. I), le déficit céréalier moyen par cuisine a varié du sud au nord de la zone de 35 % à 75 % ; en 1983, il a oscillé entre 25 et 75 % ; en 1982, alors que les cuisines des villages méridionaux ont connu un déficit de 25 %, celles du nord ont été à peu près autosuffisantes.

Un déficit de production a pour conséquence l'apparition d'une « soudure », période pendant laquelle la consommation n'est plus couverte par la récolte. Généralement, elle se situe en hivernage, à l'époque des gros travaux agricoles, qui exigent une bonne alimentation. L'étude de la durée de la soudure indique (tabl. I) que celle-ci est devenue un évènement habituel dans la vie des cuisines. En outre, on note une progression générale de sa durée sur toute la zone, puisqu'elle passe en moyenne de 0-3 mois à 6-9 mois sur trois années.

TABLEAU I

Taux de sinistre de la récolte en mil et durée de la soudure par cuisine et par village

	1982-83		1983-84		1984-85	
	TS	MS	TS	MS	TS	MS
Ngalagne Kop	1,0%	<3	75,3%	6-9	76,9%	6-9
Ngane Fissel	16,6	<3	38,1	3-6	65,8	6-9
Diokoul	4,6	<3	24,9	<3	39,9	3-6
Khassous	26,6	3	25,7	3	28,7	3-6
Mocane	23,3	<3	38,7	3-6	34,8	3-6

TS : Taux de Sinistre  
MS : Mois de Soudure

Une soudure peut apparaître alors que le déficit de production n'existait pas au départ. Elle survient souvent à la suite de prélèvements sur la récolte, utilisés pour la vente ou le remboursement d'emprunts. Et la succession de « mauvaises » années renforce cet enchaînement infernal : soudure-endettement-remboursement-soudure...

La gestion de la soudure s'impose toujours au paysan, s'il veut éviter que la période de l'épuisement des réserves coïncide avec celle des travaux agricoles. Avec la détérioration régulière du niveau des récoltes et la diminution de la durée de consommation des réserves, cette gestion devient difficile, voire quasi-impossible. Un faible déficit ne posera pas de problèmes particuliers au paysan, car il est habitué à les résoudre. Mais, sa répétition dans le temps et son aggravation le contraignent à terme à se tourner vers d'autres solutions de survie, qui remettent en cause le mode de consommation traditionnel.

### LA GESTION DU STOCK VIVRIER

Réputé pour sa densité démographique (103 hab/km<sup>2</sup> en 1984 dans la zone d'enquête ORSTOM), le pays serer a longtemps connu une agriculture qui permettait de faire vivre une population nombreuse sur un petit espace (PELISSIER, 1966 ; LERICOLLAIS, 1972). Actuellement, la région de Niakhar se trouve en situation de déficit chronique, dont la principale conséquence est de remettre en cause la fonction de l'agriculture serer : à l'échelle des concessions, il se produit annuellement une inadéquation entre la production vivrière et la consommation.

Le niveau de la consommation de mil dans les cuisines dépend normalement du nombre de consommateurs : mais plus ce nombre croît, plus la quantité pilée quotidiennement par individu diminue ; et l'inverse est aussi vrai dans les petites cuisines. En conséquence, la variation de ce nombre entraîne celle de la quantité pilée. En saison sèche, avec le départ des jeunes, les quantités pilées sont réduites et permettent ainsi de faire des économies pour l'hivernage, qui est la saison des retours, des travaux agricoles et donc la saison des fortes consommations. Les Serer iront même jusqu'à supprimer complètement la consommation des réserves en saison sèche pour conserver coûte que coûte un grenier pour la saison des pluies (les Serer l'appellent le « grenier d'hivernage », de GARINE, 1960).

Comment varie la consommation quotidienne d'une personne ? Nous nous trouvons dans la région du Sénégal, où les consommations de mil par personne et par jour demeurent les plus fortes : elles avoisinent dans notre zone 470 grammes de mil-semoule, toutes saisons confondues, soit 170 kilos en moyenne par an et par personne. Ces chiffres sont d'abord à rapprocher de ceux de l'enquête alimentaire réalisée par l'ORANA en 1968 dans l'arrondissement de Niakhar et dans trois villages qui figurent aujourd'hui dans la zone d'étude de l'ORSTOM (HELLEGOUARCH *et al.*, 1970) : l'enquête indique une consommation annuelle de mil-semoule par personne proche de 152 kilos (moyenne des trois villages). Cette enquête a nécessité trois passages à trois périodes de l'année, ce qui, compte tenu des variations intersaisonniers, atteste de la fiabilité de ce résultat. On notera une différence de 18 kilos entre les deux chiffres de consommation, explicable en partie par le choix des villages. Ngane Fissel, un des villages choisis, est tourné vers le marché de Niakhar et vers la ville ; la consommation de riz y est plus élevée que dans les villages environnants, et a fortiori, la consommation de mil y est moindre. Nous avons d'ailleurs retrouvé ces caractéristiques à Ngane Fissel lors de l'enquête de 1985.

Le chiffre de consommation de notre échantillon peut être comparé à ceux de la région de Thiès et de Diourbel (cf. Tabl. II) et (CHEVASSUS-AGNÈS et NDIAYE, 1980) : 187 kilos de mil-semoule à Thiès, estimé après deux passages lors de l'année 1981 ; 157 kilos à Diourbel après seulement un passage en juillet 1979, qui n'est peut être pas le meilleur mois pour évaluer la consommation de mil dans les familles.

TABLEAU II

Consommation céréalière par personne et par an en milieu rural (enquêtes ORANA 79-83)

	Total céréales*	Mil*	Riz*	% mil sur total
Sénégal Oriental	122	77	26	63
Casamance	150	61	82	41
Diourbel	180	158	19	88
Ferlo	159	111	42	70
Thiès	207	187	18	90
Zone Niakhar**	187	170	17	91
Kaolack	176	137	19	78
Fleuve	154	60	69	39

\* Mil-semoule (en kg).

\*\* données Enquête Niakhar ORSTOM 1985

C'est dans les cuisines les plus importantes par la taille (plus de huit personnes), que la consommation de mil par individu est en moyenne la plus faible : 430 à 450 grammes par jour. Au contraire, dans les petites cuisines (moins de huit personnes), elle dépasse 500 grammes. A priori, un déficit de production semblerait alors plus pénaliser les petites cuisines à forte consommation individuelle que les plus grandes où celle-ci est moindre. Les besoins en mil sont cependant moindres dans les grandes cuisines, dans lesquelles la population jeune est nombreuse : de 40 à 48 % des résidents ont moins de quinze ans dans les cuisines de plus de 7 personnes. En outre, c'est dans ces cuisines que le nombre de migrants en saison sèche est le plus élevé : de fait, la diminution de la ration individuelle y est alors plus faible. Au contraire, dans les petites cuisines, les migrants de saison sèche sont moins nombreux, et la diminution de ration oscille entre 85 et 90 grammes.

En définitive, dans les grandes cuisines, là où le déficit de production est le plus accusé, la ration quotidienne par personne n'est pas franchement diminuée en saison sèche, par suite du délestage de population. Les femmes suppriment la part des absents sans toucher, ou seulement très peu, à la ration individuelle de ceux qui restent. La migration saisonnière permet ainsi de limiter la pression sur les réserves. Dans les cuisines qui gardent leur population en saison sèche, les cuisinières doivent par contre réajuster le niveau des rations individuelles, car la soudure ne pourra de toute façon être évitée.

Ainsi, dans les villages du nord très déficitaires en 1984, où plus d'une personne par cuisine est partie au cours de la saison sèche 1984-85, la ration de

mil par personne et par jour n'a diminué que de 50 grammes par rapport à celle d'hivernage (tabl. III). Dans le sud par contre, là où le déficit est inférieur à 50 %, où moins d'une personne a quitté le carré familial, la diminution est supérieure à 50 grammes.

TABLEAU III  
Nombre de consommateurs par cuisine et ration personnelle (1984)

	Ngalagne	Ngane	Diokoul	Khassous	Mocane
Nombre moyen de résidents/cuisine	7,8	9,0	9,5	10,1	8,4
Consommation de mil-sémoule par pers. et par jour	0,507Kg	0,434	0,449	0,446	0,519
Nombre moyen de migrants/cuisine	1,7	1,0	1,3	1,3	0,6
Différence des quantités consommées par pers. et par jour (hiver/saison sèche)	0,014Kg	0,032	0,047	0,072	0,088

Cependant, toutes les situations existent au sein des villages, et certaines cuisines ne répondent pas à ces hypothèses. Mais en définitive, la ration quotidienne d'une cuisine est prévue avec justesse et évolue selon le nombre de consommateurs : on peut parler de gestion rationnelle des quantités consommées, la migration de saison sèche ne jouant que comme un régulateur de la consommation. Au cours de l'hivernage et à la récolte, le paysan juge de l'état de sa production sur pied et du plus ou moins bon remplissage des greniers ; à partir de ces critères, il sait si les réserves suffiront pour couvrir les besoins de la cuisine pendant un an. Les jeunes, consécutivement à une mauvaise récolte et plus souvent pour des raisons personnelles, quittent alors la cuisine. Et la femme « pileuse » saura quelle quantité elle doit piler et si elle doit diminuer ou augmenter la ration. Les moins favorisés recourent en saison des pluies — époque de l'épuisement des réserves — à l'emprunt pour se procurer le produit de base, avec pour conséquence la diminution des rations par cuisine et par personne. Durant l'hivernage 1985, 30 % des cuisines de l'échantillon ont pratiqué de telles économies. Ainsi, malgré le déficit, la stratégie de régulation et le maintien de la forte consommation en hivernage persistent, mais certains aussi diminuent les rations par nécessité.

Cependant, comment les cuisines maintiennent-elles une consommation par tête élevée, alors que les greniers sont insuffisamment remplis ? D'où tirent-elles le mil ? En fait, elles ont nécessairement recours à d'autres sources d'approvisionnement, qui remettent en cause le principe même de l'autoconsommation, et qui exigent des ressources en numéraire importantes.

## LA GESTION DE LA SOUDURE PAR L'ACHAT DE CÉRÉALES

La lecture des bilans céréaliers révèle la stratégie en matière de consommation alimentaire, consécutive au déficit céréalier. Pour la récolte 1984 et la

période d'enquête qui s'est écoulée de novembre 1984 à mai 1985, nous avons établi le tableau IV, qui montre la répartition par cuisine et par village des sources d'approvisionnement en mil dans la consommation des cuisines.

Dans les villages à faible déficit, la récolte couvre en grande partie les besoins de consommation de la cuisine. Malgré l'importance de l'intégration du pays serer à l'économie marchande, nous constatons que l'autoconsommation anime encore la vie quotidienne, quand le mil récolté est présent en grande quantité ; en définitive, la relation grenier-marmite reste privilégiée.

Toutefois, le Tableau IV souligne deux tendances contradictoires :

— les achats de céréales sont pratiqués quand les greniers sont vides, et répondent à une nécessité de survie ;

— cependant, à Khassous où les cuisines ont récolté en moyenne 9 mois en 1984, seulement 75 % de la consommation sur les 7 mois de la période d'enquête ont été couverts par la récolte. De même à Ngalagne Kop, où les cuisines ont récolté 3 mois en moyenne, seulement 32 % de la consommation de la période, soit pendant 2 mois, ont été assurés à partir du mil récolté. Dans les deux cas, le reste de la récolte n'a été consommé qu'en hivernage.

TABLEAU IV

Couverture de la consommation d'une cuisine par le mil récolté (novembre 1984 à mai 1985)

	Ngalagne	Ngane	Diokoul	Khassous	Mocane
% consommation couverts avec mil récolté	32	55	71,1	75,1	77,2
% consommation couverts avec mil acheté	33,5	18,3	10,9	4,5	12,8
% consommation couverts avec riz acheté	8,3	9,4	8,2	5,5	8,3

Ainsi, les achats de céréales ne débutent pas uniquement quand les réserves sont épuisées, mais participent aussi à la gestion des stocks. Le mil est acheté moins cher en saison sèche et consommé immédiatement afin de conserver pour l'hivernage une partie de la récolte. En contre partie, les paysans évitent l'achat de céréales à prix élevé pendant la soudure d'hivernage, et le risque de se retrouver sans vivres à l'époque des travaux agricoles (de GARINE, 1960).

L'achat de mil est dû au déficit de production, en ce sens il est conjoncturel. Mais cette gestion tend à devenir structurelle, le déficit vivrier étant chronique, ce qui exige de la part des paysans des revenus en saison sèche parfois importants et réguliers (bétail, émigration), pour l'achat massif de céréales, revenus que ne procure plus l'arachide. Les chercheurs et les développeurs doivent alors reconsidérer leur approche de la vie économique des cuisines serer : la récolte n'assure plus la totalité de la consommation sur 12 mois ; la pratique régulière de l'achat devient une composante de l'autosuffisance qui ne se limite plus à la seule autosubsistance.

Un autre intérêt d'étudier les achats de céréales en réponse au déficit vivrier se situe dans la relation qui s'établit entre riz et mil et dans le choix qui motive

l'achat de ces céréales. On note tout d'abord que le riz est acheté en quantité similaire dans toutes les cuisines : 8 % de la consommation des cuisines sur la période d'enquête ont été couverts par l'achat de riz. Dans une société paysanne, où l'alimentation est basée sur le mil, le riz semble pénétrer lentement. La consommation annuelle par personne et par an oscille entre 15 et 20 kilos dans les villages de l'échantillon : c'est la plus faible consommation du Sénégal (tabl. II). C'est avant tout un aliment qui permet de varier une fois par semaine, plus souvent une fois par mois, ou à l'occasion d'une fête religieuse, l'ordinaire. Ainsi, presque toutes les cuisines (98 % de l'échantillon) ont consommé du riz au moins une fois durant les sept mois sur lesquels a porté notre enquête.

En fait, le riz présente à la fois des avantages et des inconvénients par rapport au mil. Céréale que l'on achète désormais — jusqu'en 1970, elle se cultivait dans les bas-fonds du sud de la zone — son prix est à peu près stable : 162 F. CFA le kilo à Fatick en 1985. En outre, l'achat de cette céréale se pratique dans un lieu fixe—boutique ou marché — et l'approvisionnement de ces lieux de commerce est régulier tout au long de l'année. Au contraire, avec la soudure d'hivernage, le mil se fait rare sur les marchés et les paysans se mettent à parcourir tout le Sine à la recherche de sacs ou de quelques kilos de mil ; le coût d'achat du mil s'en trouve alors fortement majoré (JOSSERAND et ROSS, 1982). Il devient dans ces conditions préférable pour certains paysans d'acheter du riz, situé plus près et moins cher.

En définitive, à l'échelle des villages, les comportements sont assez semblables : le riz n'est pas particulièrement plus consommé dans les villages à fort déficit que dans les autres. Le riz n'interfère pas finalement de façon décisive sur la gestion de la soudure : il ne joue pas encore le rôle qui pourrait lui être dévolu, celui de céréale de survie, principalement en hivernage.

## CONCLUSION

Chaque année, le risque de soudure existe en pays serer, et pourtant il ne semble pas que des catastrophes humaines s'y préparent, que la désertion des campagnes s'y opère, que la famine se répand. En fait, les paysans font preuve d'un certain dynamisme face à la crise ; leurs réactions s'avèrent efficaces puisque le résultat s'inscrit dans les terroirs : tant bien que mal, l'agriculture serer se maintient malgré tout et réussit encore à faire vivre de fortes densités de population, du moins une partie de l'année.

L'hivernage apparaît comme la saison de référence à tous égards. Saison de culture, des travaux agricoles, mais aussi saison durant laquelle les concessions et les cuisines sont au complet, et la consommation normalement élevée. L'hivernage est avant tout, pour les Serer prévoyants, la saison d'alimentation correcte, même si ce schéma, en cas de déficit vivrier important, est quelque peu faussé. Au contraire, la saison sèche, malgré son début prometteur d'après récolte, est la saison de restriction, la saison de migration, la saison d'inactivité. Et tout concourt au sein des stratégies de consommation à renforcer cette situation : l'émigration de saison sèche permet de diminuer les rations, de limiter les achats de céréales à bon marché au juste nécessaire.

En définitive, la gestion des stocks de saison sèche commande la relation entre disponibilités en céréales et consommation. C'est en cette saison que le paysan est tenté de vendre son mil, d'en consommer sans se restreindre. Gérer la soudure revient pour lui à gérer son grenier pour éviter qu'en août ou septembre se pose un problème alimentaire. Au-delà, les achats de céréales



apparaissent comme une composante permanente de la consommation alimentaire des cuisines.

Une activité de saison sèche est donc indispensable pour le paysan, s'il veut posséder des revenus en cette saison pour l'achat de céréales, afin de ne pas toucher au stock récolté. Cette activité, actuelle (commerce, élevage d'embouche...) ou future (maraîchage, arbres fruitiers...), ne sert pas uniquement à occuper le paysan en morte saison, mais participe aussi à la stratégie de gestion des réserves céréalières, et en définitive à l'autosuffisance alimentaire.

#### BIBLIOGRAPHIE

- BENOÎT-CATTIN (M.), 1984. — « Systèmes de production-consommation : adéquations actuelles et possibles au niveau de l'exploitation agricole du Sénégal ». Montpellier, GERDAT, Division des Systèmes Agraires, 37 p *multigr.*
- CHEVASSUS AGNÈS (S.), NDIAYE (A. M.), 1980. — « Enquêtes de consommation alimentaire de l'ORANA, 1977-79 : méthodologie et résultats ». Dakar, ORANA, 23 p *multigr.*
- GASTELLU (J. M.), 1980. — « Mais où sont donc ces unités économiques que nos amis recherchent tant en Afrique ? ». Paris, ORSTOM, *Cah. ORSTOM, Sér. Sci. Hum.*, vol. XVII, 1-2 : 3-11.
- GARINE (I.) de, 1960. — « Rapport sur les habitudes alimentaires dans la région de Khombole ». Dakar, ORANA, 55 p *multigr.*
- HELLEGOUARCH (R.), GIORGI (R.), MONJOUR (L.), TOURY (J.), 1970. — « Enquête de consommation alimentaire dans un zone pilote du Sénégal (1968) ». Dakar, ORANA, 22 p *multigr.*
- JOSSERAND (H.), ROSS (C.), 1982. — « Effets des politiques agricoles sur la consommation alimentaire : Cameroun et Sénégal ». ANN ARBOR, Université de Michigan, Centre de Recherches en Développement Économique (en collaboration avec USAID), 369 p.
- LERICOLLAIS (A.), 1972. — « Sob, étude géographique d'un terroir Serer (Sénégal) ». Paris, Maison des Sciences de l'Homme, *Atl. des Struc. Agr. au sud du Sahara*, vol. 7, 110 p.
- PELISSIER (P.), 1966. — « Les paysans du Sénégal. Les civilisations agraires du Cayor à la Casamance ». Saint-Yrieix, Imprimerie Fabrègue, 940 p.



# **Transformation du risque par la modernisation des méthodes de stockage**

Ahmed BOUGHADAD \* et Yves GILLON \*\*

En développant l'agriculture — plantes groupées en peuplements mono-spécifiques et sélectionnées pour leur productivité — l'homme a fait la part belle aux consommateurs originels de ces végétaux. Cette part est toutefois mal évaluée et seuls des ordres de grandeur peuvent être avancés. CRAMER (1974) estime que globalement la moitié environ des productions est perdue au champ. Pour les céréales et les graines de légumineuses stockées, la FAO (1978) et la NAS (1978) avancent des taux de pertes situés entre 20 % et 50 % dans les pays en voie de développement, du seul fait des rongeurs et des « insectes des denrées ». Par contre les prélèvements animaux sur la production primaire sont, globalement, estimés dans la nature à moins de 10 %. L'homme travaille donc pour ses compétiteurs ; le paysan cultive autant pour les ravageurs que pour lui-même.

Et il a pire car, du fait d'insuffisantes précautions et de trop brutales manipulations, l'homme peut détruire lui-même une part de sa récolte, puis, par des modes de préparation inadaptés, en abaisser la qualité nutritive (AYKRYOD *et al.*, 1982).

Nous examinerons ici l'origine biologique des ravageurs, pour en comprendre le succès dans les conditions du stockage, les différents moyens, traditionnels et modernes, de limiter les pertes qu'ils occasionnent, et la nature des risques encourus suivant les procédés utilisés.

## **ORIGINE DES RAVAGEURS DES STOCKS**

L'homme n'a inventé ni la conservation par déshydratation, ni le stockage. Les problèmes liés à ces processus, voire les solutions possibles, sont donc à envisager en tenant compte de leur origine.

Dans les conditions de la nature, et surtout en climat saisonnier contrasté, les plantes possèdent des organes et stades d'attente et de réserve qui leur permettent de survivre pendant les périodes défavorables. Un tubercule, une graine, sont en eux-mêmes des structures individuelles, organes de stockage.

---

\* Entomologiste, Protection des végétaux, BP1308, Rabat, Maroc.

\*\* Entomologiste ORSTOM, département MAA, 213 Rue La Fayette, 75480 Paris cedex 10.

Il n'est pas surprenant que le regroupement de tels organes de réserves sous forme de stocks de denrées, au sens agricole du terme, pose d'importants problèmes de protection. En effet, les tissus végétaux, en anhydrobiose constituant, du fait de leur faible teneur en eau, des ressources condensées, potentiellement riches sur le plan nutritif, donc très attractives, à condition de pouvoir y adjoindre de l'eau. C'est ce que fait l'homme dans ses préparations culinaires, et ce que font la plupart des « ravageurs » des denrées par élaborations d'eau métabolique. C'est de même au moment du retour des pluies (ou au dégel en régions froides) que l'eau peut être mobilisée par la plante pour l'exploitation de ses propres réserves.

Parmi les comportements trophiques des fourmis, on observe, outre l'élevage (d'homoptères) et la fermentation cryptogamique contrôlée (fourmis *Atta*), le stockage de graines (fourmis *Messor*) en quantité suffisante pour que l'homme puisse s'en nourrir en période de famine.

Ces « myrmécostocks » sont-ils à l'origine des prédateurs des denrées ? Probablement non, car les fourmis savent garder leurs réserves en bon état sanitaire. L'homme serait avisé d'en « prendre de la graine » et d'étudier soigneusement les raisons et les conditions de cette réussite.

On retrouve les facultés animales de stockage sur une toute autre branche de l'arbre évolutif, plus proche de l'homme que de la fourmi : chez certains rongeurs (PRAKASH & GHOSH, 1975). Dans ces « rodentostocks » on trouvera des maladies et des ravageurs avec plus de succès que chez les fourmis ; cependant les processus de stockage sont bien plus rares chez les espèces tropicales que chez les espèces tempérées.

L'origine des « ravageurs des denrées stockées » doit donc être recherchée, sous les tropiques, chez les espèces vivant aux dépens de ressources chimiquement concentrées mais individuellement dispersées.

## CONSEQUENCE DU STOCKAGE SUR LE SUCCÈS DES RAVAGEURS

La monoculture puis le stockage post-récolte impliquent un groupement en masse d'éléments originellement disséminés, et un allongement du temps de conservation, à l'état vivant ou mort suivant les cas, des organes stockés.

Le potentiel biotique d'organismes adaptés à de faibles probabilités de rencontre et de coïncidence avec la ressource trophique s'exprime ainsi dans un contexte où les contraintes spatiales et temporelles ont disparu. D'où un accroissement très rapide des populations de ces organismes dès lors que le stock est contaminé.

La prévention du risque va donc consister à se prémunir d'abord contre les contaminations, et à réduire autant que possible le coefficient de la progression démographique lorsque la contamination ne peut être évitée.

Une bonne connaissance des modes de dissémination des ravageurs permet de se protéger des contaminations comme une bonne connaissance des contraintes de reproduction et de développement des mêmes organismes permet d'en réduire les méfaits.

Les limites en dehors desquelles toute agression biologique est jugulée sans porter atteinte à la viabilité des semences ne sont atteintes que dans des conditions extrêmes de basse température (azote liquide par exemple), hors de la portée économique des agriculteurs et réservées aux banques de gènes de quelques grandes organisations. Dans la réalité quotidienne des structures de stockage habituelles, il faut tenir compte des risques majeurs selon les denrées et les conditions locales.

La figure 1 montre les relations entre la nature des agents nuisibles et les conditions thermohygroscopiques. À saturation d'humidité, le plus grand risque est la germination, dans une large gamme de température.

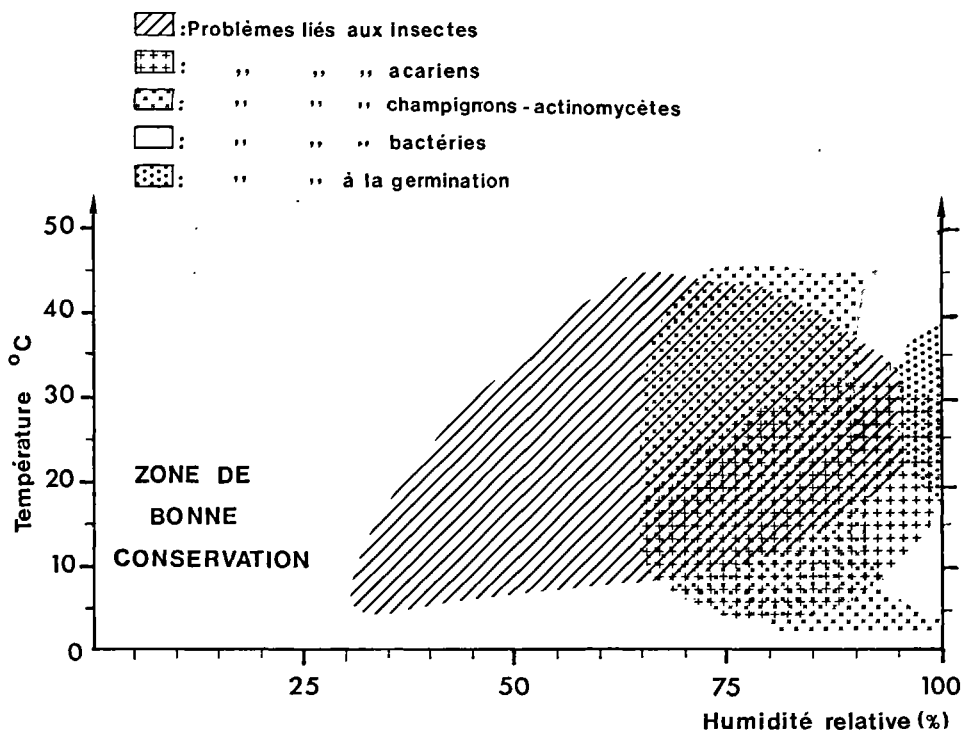


FIG. 1. — Limites de température et d'humidité conditionnant les risques d'agressions biologiques au cours du stockage (Synthèse d'après la littérature)

Le développement des bactéries nécessite aussi une forte humidité qui n'est pas normalement atteinte dans les conditions de stockage, mais elle peut survenir à la suite d'une attaque cryptogamique. En effet l'activité des champignons débute, difficilement, en dessous de 65 % d'humidité. La métabolisation aérobie des glucides libère de l'eau et de la chaleur selon la réaction :  $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6H_2O + 6CO_2 + 677 \text{ Kcal}$ . Lorsque l'air interstitiel a été consommé, des microorganismes anaérobies prennent le relais et assurent la fermentation alcoolique des hexoses.

Dans les conditions les plus saines de stockage, lorsque l'air est très sec, seuls les insectes spécialisés dans l'utilisation des substances déshydratées restent dangereux.

Toutefois, une autre catégorie de ravageurs, les petits vertébrés, échappent à ces contraintes microclimatiques. Leur démographie est moins rapidement influencée par le stockage que celle des insectes ou acariens, mais leurs dégâts indirects sur les structures de stockage, peuvent être bien plus importants que la simple consommation du stock.

Les fortes humidités sont d'autant plus à proscrire qu'elles affectent directement le matériel végétal stocké : quantité de matière sèche, teneur en acides aminés (ANTUNES & SGARBIERI, 1979), viabilité des germes (JUSTICE &

BASS, 1978). Une forte température accélère les méfaits de l'humidité, et en conditions sèches fragilise les grains lors des manutentions ultérieures, comme ÉLIAS *et al.* (1973) l'ont montré sur des légumineuses sud-américaines. En effet, en dehors de leurs effets indirects, les manipulations des denrées augmentent les risques des pertes qualitatives et quantitatives.

Dans la chronologie des risques post-récolte, les premières pertes se manifestent dès l'opération de récolte elle-même, d'autant plus que la maturité est atteinte depuis longtemps. En revanche, une maturité incomplète se traduit par des pertes au stockage liées à la trop forte teneur en eau.

Pour le riz, DENDY & HARRIS (1978) évaluent en Malaisie à 13 % les pertes dues au moissonnage-battage. Suivant ANGLADETTE (1966) ces pertes sont les plus élevées avec les variétés à grain long, où elles atteignent 70 Kg/ha. Il faut ajouter des taux de brisures élevés à attribuer aux moyens mécaniques.

Le battage et le vannage sont l'occasion de nouvelles pertes, plus élevées si l'on utilise des méthodes traditionnelles. Le dépiquage à l'aide des Bovidés ou Équidés tend à souiller la récolte, sans compter les prélèvements par les animaux de trait.

Le séchage artificiel limite grandement les risques de contamination biologique examinés plus haut, mais il est coûteux, source d'altérations mécaniques ultérieures (FOSTER, 1973) et de transformations préjudiciables lorsque la température est trop élevée (ARBOLEDA *et al.*, 1973 ; CEEMAT, 1974).

## PRÉVENTION DES CONTAMINATIONS

L'utilisation du terme même de « déprédateurs des denrées stockées » a trop longtemps mené à n'aborder le problème que sous l'angle des stocks, sans prendre en considération l'origine naturelle des organismes en cause.

Si certains ravageurs de graines, comme la bruche des fèves, ne trouvent leurs succès que dans les conditions favorables de la monoculture, sans multiplication ultérieure dans les stocks, la grande majorité des ravageurs se sont fait une spécificité de l'utilisation des substances riches et prolifèrent dans les stocks. Ceci est particulièrement vrai quand les denrées sont démunies de défenses naturelles (BOUGHADAD *et al.*, 1986 a, b).

Quelques bruches présentent la double capacité d'utiliser dans la nature des graines encore vertes et hydratées à la première génération, puis de se reproduire sur des graines sèches, donc en stocks, aux générations suivantes (ALZOUMA & HUIGNARD, 1981).

Le stockage à ciel ouvert est donc extrêmement risqué (Photo 1), mais il permet un assèchement minimal essentiel, sans apport énergétique onéreux.

Ces proliférations ne sont pas sans conséquences en retour sur le milieu environnant. Lorsque de fortes infestations se sont développées, une vigilance accrue est nécessaire pour assurer la protection des stocks ultérieurs, d'autant plus que le ravageur peut s'adapter rapidement à des conditions nouvelles (ROBERT, 1985).

Une conséquence des interventions humaines est ainsi la mise à la disposition des ravageurs potentiels de ressources nouvelles. Ce résultat est obtenu par déplacement soit de la plante soit du ravageur.

Dans le premier cas on peut ranger l'arachide qui, importée d'Amérique en Afrique, s'y est trouvée soumise aux attaques de *Caryedon serratus*, dite « bruche de l'arachide », qui est, dans la nature, une bruche africaine liée à des Césalpinacées arborées.

Dans le second cas se situent, entre autre, quelques rongeurs anthropophi-

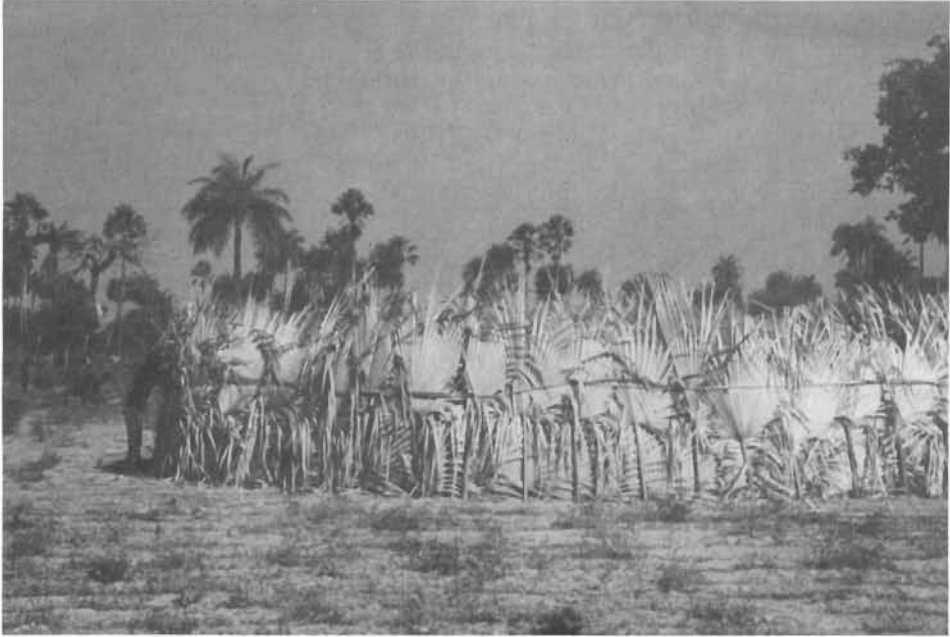


PHOTO 1. — Sekko d'arachide en palme (Sénégal)



PHOTO 2. — *Callosobruchus maculatus* sur pois-chiches (Maroc)

les, des lépidoptères et coléoptères devenus pantropicaux, à tel point qu'il n'est plus possible de déceler leur origine.

Donnons pour exemples *Ephestia kuhniella* (Pyralidae), *Sitophilus granarius* (Curculionidae), *Callosobruchus maculatus* (Bruchidae) (photo 2). Récemment, un Bostrychidae américain (*Prostephanus truncatus*) a étendu en Afrique et au Moyen Orient son champ d'action (HODGES, 1986). Une même ubiquité se manifeste chez certains Acaridae (*Acarus siro*, *Tyrophagus putrescentiae*) (GRIFFITHS, 1970) et chez des microorganismes associés aux denrées entreposées, que ce soient des champignons appartenant aux genres *Aspergillus*, *Penicillium* et *Candida*, ou des bactéries des genres *Erwinia* ou *Pseudomonas* (TSURUTA, 1970 ; WALLACE, 1973 ; CHRISTENSEN & KAUFMAN, 1974).

Une fois le ravageur installé, la propagation est rapide pour les raisons évoquées plus haut. La durée est alors un facteur essentiel du taux de pertes. Ainsi, au Nigéria, CASWELL (1961) estime, après une durée de stockage de 6 à 8 mois, les pertes occasionnées par *C. maculatus* sur niébé, entre 80 % et

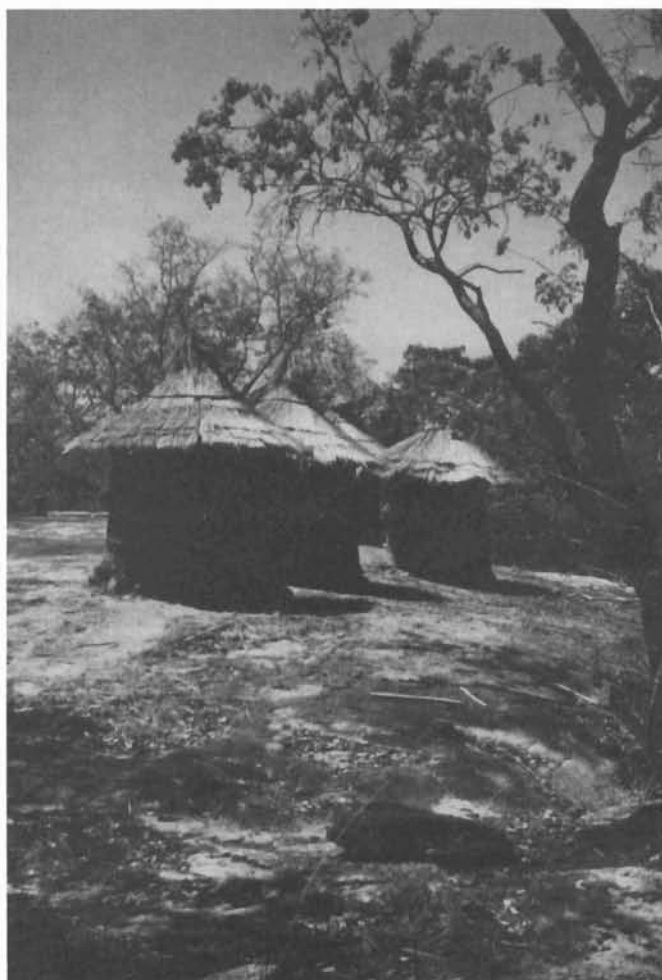


PHOTO 3. — Greniers sur affleurement rocheux (Côte d'Ivoire)



100 %. Au Sénégal, les infestations de l'arachide par *C. serratus* passent de 8 % à 40 % en 6 mois de stockage (GILLIER & BOCKELEE-MORVAN, 1979).

Une bonne prévention nécessite l'utilisation de conteneurs hermétiques et leur désinfection après utilisation. Ces conditions, qui supposent des investissements, ne sont pas remplies dans les structures traditionnelles (Hall, 1970) (Photo 3).

## ACTIONS CURATIVES ET RISQUE SANITAIRE

L'utilisation de produits phytosanitaires constitue la méthode la plus répandue de lutte contre les parasites des stocks (WITNEY, 1977 ; BOUGHADAD, 1982). Les conditions d'emploi révèlent deux caractéristiques défavorables. D'une part, leur usage est dangereux car le produit traité est l'aliment brut, à une période proche de sa consommation, d'autre part la difficulté de déceler les attaques, une fois le conditionnement de stockage opéré, tend à faire utiliser ces produits à titre préventif, donc systématiquement quel que soit le risque réel de dégâts. De monétaire, le risque devient sanitaire. On en vient actuellement à une « toxicologie en voie de développement » suivant l'expression de BEN SALAH & PRONCZUK DE GARBINO (1981), d'autant plus que les produits interdits dans les pays industriels sont utilisés dans les pays en voie de développement pratiquement sans contrôle au niveau des stocks (SMITH, 1979).

Les risques les plus graves proviennent de la consommation de graines qui, devant théoriquement servir de semences, sont traitées avec des produits dangereux pour l'homme. La précaution, qui consiste à les teinter, par mesure d'avertissement, s'avère inadaptée aux enfants, qui sont, au contraire attirés. Les épidémies d'intoxication aigüe signalées dans la littérature par l'endrine (JALOMBO, 1981) et par des organomercuriques (FOURNIER, 1983) au Moyen Orient, concernent moins de personnes que les intoxications chroniques à effet différé, difficiles à mettre en évidence sur l'homme, mais prouvées par l'expérimentation animale (WALKER, 1971 ; TOMATIS *et al.*, 1972 ; LARSSON *et al.*, 1976).

Des études épidémiologiques attestent la réalité des répercussions à long terme (WHORTON *et al.*, 1977 ; LE MOAN, 1983). Ce long terme peut ne se manifester qu'à la génération suivante en répercussion d'effets mutagènes (GEORGIAN, 1975 ; WILD, 1975).

La liste des résidus de pesticides dans les denrées entreposées était déjà longue il y a presque 20 ans (LINDGREN *et al.*, 1968). Elle n'a fait que s'allonger depuis en raison des nombreuses résistances manifestées chez les insectes des denrées (CHAMP & DYTE, 1978 ; DYTE, 1982), qui ont obligé à diversifier la gamme des produits pesticides employés et à en augmenter la nocivité.

Les fumigants sont bien préférables aux produits liquides ou en poudre, car ils imprègnent plus facilement l'ensemble du volume à traiter et laissent peu de résidus (MONRO, 1970 ; CHAIGNEAU, 1978). Leur emploi nécessite des conditions qui renvoient aux avantages des conteneurs hermétiques.

## CONCLUSIONS

Les exemples de modes de survie face à des conditions momentanément défavorables sont multiples dans la nature. Les plantes ont « imaginé » des graines en dormance, des tubercules, des bulbes, où sont stockées des réserves

nutritives déshydratées, amassées lors des beaux jours et mobilisés au retour des conditions favorables.

L'homme, incapable de telles prouesses métaboliques, se contente de stocker ces organes de réserve après les avoir multipliés pour assurer son alimentation continue, et pour disposer au moment voulu de semences abondantes.

Ce faisant, il a hérité des avatars causés aux plantes par les consommateurs de ces ressources concentrées. Il les a même portés à leur paroxysme du fait des quantités rassemblées et de l'allongement des durées de stockage.

Dans l'état actuel des choses les risques de pertes après récolte restent très élevés, surtout dans le tiers monde, en raison du prix élevé des modes de stockage efficace. L'utilisation des produits phytosanitaires y est particulièrement préjudiciable parce que mal contrôlée. Le moindre mal reste actuellement une bonne hygiène préventive des magasins et un conditionnement défavorable à la multiplication des ravageurs.

Le conditionnement industriel par grandes quantités facilite la surveillance et la lutte, en revanche, les conditionnements traditionnels réduisent les coûts d'investissement et les risques liés à l'allongement des transports vers des entrepôts centralisés.

Chaque situation socio-économique locale, chaque type de plante, conditionne la gestion optimale des opérations port-récoltes. Le plus difficile pour en décider restant le manque général d'évaluation rigoureuse des pertes subies.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ALZOUMA (I.) & HUIGNARD (J.), 1981. — Données préliminaires sur la biologie et le comportement de ponté dans la nature de *Bruchidius atrolineatus* (Pic) (Coléoptère : Bruchidae). *Acta Oecol. Oecologia applicata*, 2 (4) : 391-400.
- ANGLADETTE (A.), 1966. — Le riz, Maisonneuve & Larose, Paris, 930 p.
- ARBOLEDA (J. R.), MOLANO (A. S.) & KHAN (A. U.), 1973. — Accelerated drying of paddy. *Ann. Technol. Agric.*, 22 (3) : 257-273.
- AUTUNES (P. L.) & SGARBIERI (V. C.), 1979. - Influence of time and conditions of storage on technological and nutritional properties of a dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Roshina G2. *J. Fd. Sci.*, 44 : 1703-1706.
- AYKRYOD (W. R.), DOUGHTY (J.) & WALKER (A.), 1982. — Les graines de légumineuses dans l'alimentation humaine. FAO, Rome, 152 p.
- BEN SALAH (N.) & PRONCZUCK DE GARBINO (J.), 1981. — Une toxicologie en voie de développement. *In* Les intoxications par les pesticides — Préventions dans les pays en développement. Masson, Paris, 290 p.
- BOUGHADAD (A.), 1982. — Déprédateurs des denrées entreposées. *Cah. Rech. Agron.*, Rabat, 39 : 17-23.
- BOUGHADAD (A.), GILLON (Y.), GAGNEPAIN (C.), 1986 a. — Influence des tanins condensés du tégument des fèves (*Vicia faba*) sur le développement larvaire de *Callosobruchus maculatus*. *Entomol. exp. appl.*, 42 : 125-132.
- BOUGHADAD (A.), GILLON (Y.), GAGNEPAIN (C.), 1986 b. — Influence du tégument des graines mûres de *Vicia faba* sur le développement larvaire de *Callosobruchus maculatus*. *Entomol. exp. appl.*, 42 : 219-223.
- CASWELL (G. H.), 1961. — The influence of cowpea in the western region of Nigeria. *Trop. Sci.*, 3 : 154-158.
- C.E.E.M.A.T., 1974. — Manuel de conservation des produits agricoles tropicaux. Jacques et Demonttrond, Besançon, 356 p.
- CHAIGNEAU (M.), 1978. — Stérilisation et désinfection par les gaz. Maisonneuve, Saint-Ruffine, 344 p.
- CHAMP (B. R.) & DYTE (C. E.), 1978. — Rapport de l'enquête mondiale de la FAO sur les insectes des céréales entreposées et leur sensibilité aux insecticides. FAO, Rome, 374 p.
- CHRISTENSEN (C. M.) & KAUFMANN (H. H.), 1974. — Microflora. *In* Storage of cereal grains and their products. Christensen ed, Saint-Paul : 158-192.

- CRAMER (H. H.), 1974. — Protéger les cultures pour nourrir le monde — Communication de la Conférence des Nations Unies sur l'alimentation mondiale. *Phytoma* — déc. : 11-12.
- DENDY (D.A.V.) & HARRIS (K. L.), 1978. — Loss measurements as related to situations where they occur. In *Postharvest grain loss assessment methods*. FAO, Rome, 193 p.
- DYTE (C. E.), 1982. — Recent développement in insecticide resistance of storage pests with special reference to the mediterranean region. *Cah. Rech. Agron.*, Rabat, 39 : 75-87.
- ÉLIAS (L. G.), BRESSANI (R.) & FLORES (M.), 1973. — Problems and potentials in storage and processing of food legumes in Latin America. In *Potentials of field beans and other food legumes in Latin America*. CIAT, Cali, 388 p.
- FAO, 1978. — Report on the FAO Expert Consultation on grain legume processing, held at Mysore, Nov., FAO, Rome, 30 p.
- FOSTER (G. H.), 1973. — Dryeration : heated air drying and corn quality. *Ann. Technol. Agric.*, 22 (3) : 233-244.
- FOURNIER (E.), 1983. — Principales intoxications humaines. In *Les produits antiparasitaires à usage agricole*. Lavoisier, Paris, 334 p.
- GEORGIAN (L.), 1975. — The comparative cytogenetic effect of aldrin and phosphamidon. *Mut. Res.*, 21 : 103-108.
- GILLIER (P.) & BOCKELEE-MORVAN (A.), 1979. — La protection des stocks d'arachide contre les insectes. *Oléagineux*, 34 : 131-136.
- GRIFFITHS (D. A.), 1970. — A further systematic study of the genus *Acarus* L., 1758 (Acaridae, Acarina) with key to species. *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Zool)*, 19 : 85-228.
- HALL (D. W.), 1970. — Handling and storage of food grains in tropical and subtropical areas. FAO, Rome, 350 p.
- HODGES (R. J.), 1986. — The biology and control of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera : Bostrychidae). A destructive storage pest with an increasing range. *J. Stored Prod. Res.* 22 (1) : 1-14.
- JALOMBO (M. S.), 1981. — Épidémies de convulsions à Qatar. In *intoxications par les pesticides — Prévention dans les pays en développement*. Masson, Paris, 295 p.
- JUSTICE (O. L.) & BASS (L. N.), 1978. — Principles and practices of seed storage. *Agriculture handbook n° 506*, Washington, 289 p.
- LARSSON (K. S.), ARMANDER (C.), CEKANOVA (E.) & KJELLBERG (M.), 1976. — Studies of teratogenic effects of the dithiocarbamates maneb, mancozeb and propineb. *Teratology*, 14 : 171-184.
- LE MOAN (G.), 1983. — Toxicité des produits — Évaluation des risques. In *Les produits antiparasitaires à usage agricole*. Lavoisier, Paris, 334 p.
- LINDGREN (D. L.), SINCLAIR (W. B.) & VINCENT (L. E.), 1968. — Residues in raw and processed foods resulting from post-harvest insecticidal treatments. *Residues Rev.*, 21 : 1-21.
- MONRO (H.A.U.), 1970. — La fumigation en tant que traitement insecticide. FAO, Rome, 398 p.
- National Academy of Sciences, 1978. — Cereal grains and grain food losses in developing countries. *Nat. Acad. Sci. Nat. Res. Coun.*, Washington : 47-109.
- PRAKASH (I.) & GHOSH (P. K.), 1975. — Rodents in desert environments. Junk, The Hague, 624 p.
- ROBERT (P.), 1985. — A comparative study of some aspects of the reproduction of three *Caryedon serratus* strains in presence of it potential host plants. *Oecologia*, Berlin, 65 : 425-430.
- SMITH (R. J.), 1979. — U. S. beginning to act on banned pesticides. *Science*, 204 (4400) : 1391-1394.
- TOMATIS (L.), TURNISOV (V.), DAY (N.) & CHARLES (R. J.), 1972. — The effects of long terme exposure to the DDT of CFI mice. *Int. J. Cancer*, 10 : 489-506.
- TSURUTA (O.), 1970. — Micro-organisme in stored grains. In *Training in storage and preservation of food grains*. Asian Productivity Organisation, Tokyo, 307 p.
- WALKER (N. E.), 1971. — The effect of malathion and malaoxon on esterases and gross development of the chick embryo. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 19 : 590-601.
- WALLACE (H.A.H.), 1973. — Fungi and other organisms associated with stored grains. In : R. N. Sinha & W. E. Muir (Eds) *Grain storage — part of system*. Avi publishing Co., Inc, 471 p.
- WHITNEY (W. K.), 1977. — Insect and mite pests and their control. In : C.L.A. Leakey & J. B. Wills (Eds) *Food crops of the lowland tropics*. Oxford University Press, 195-235.
- WHORTON (D.), KRAUSS (R. M.), MARSHALL (S.) & MILBY (T. H.), 1977. — Infertility in male pesticide workers. *Lancet*, 17 : 1259-1261.
- WILD (D.), 1975. — Mutagenicity studies on organophosphorus insecticides. *Mut. res.*, 32 : 133-150.



# **Les parades à la razzia dans la zone soudanienne au XIX<sup>e</sup> siècle : la domestication de la cueillette<sup>1</sup>**

Christian SEIGNOBOS \*

Un des risques majeurs en agriculture fut, pendant des siècles et sur une grande partie de la zone soudano-sahélienne de l'Afrique, celui de la razzia. Certaines régions troublées de façon endémique y sont encore confrontées.

## **1. ALIMENTS DE DISETTE ET STRATÉGIES ANTI-RAZZIA**

Opérant directement sur les récoltes sur pieds ou sur les greniers, la razzia déclenche aussi des effets induits en désorganisant les calendriers agricoles. Elle entraîne alors chez les raziés des stratégies qui peuvent influencer tout le dispositif agraire.

Sur les marges méridionales des royaumes musulmans, les grandes campagnes de razzia se déroulaient généralement durant la saison sèche, mais un certain nombre s'accommodait de la saison des pluies. Les coups de main entre voisins étaient généralement à redouter, à la faveur des décalages dans le temps des récoltes qui rendaient les uns disponibles avant les autres, renforçant ainsi chez certains le sentiment d'insécurité.

Les parades les plus généralement répandues, outre le choix des sites d'habitat et la mise en place de systèmes défensifs le plus souvent végétaux, étaient, partout où l'espace le permettait, l'éclatement et la dispersion des essarts, toujours associés à un complantage.

Cette stratégie opérait du même coup sur les invasions acridiennes.

Au niveau du champ lui-même, des techniques de protection étaient au point, comme celle — la plus fréquente — de réserver aux bords des parcelles des sorghos amers qui ne pouvaient être grapillés au moment difficile de la soudure.

Toutefois, afin d'écartier le spectre du silo vide, certaines productions visaient cette période délicate, notamment des cultures à cycle très court, mais qui s'avéraient toujours insuffisantes. Elles devaient être épaulées par des produits de cueillette : graminées pour les latitudes hautes, tubercules sauvages au sud du 11<sup>e</sup> parallèle, dans le bassin du lac Tchad...

---

\* Géographe CNRS, ORSTOM, BP 1857, Yaoundé, Cameroun

Les sociétés villageoises traditionnelles hors du cadre des pouvoirs centralisés ont spontanément préservé les abords des cours d'eau, où les végétations ripicoles limitaient l'érosion, mais offraient aussi le refuge de leurs fourrés. Enfin, et surtout, ces zones fournissaient d'abondantes réserves de tubercules sauvages faciles à prélever sur les bourrelets sableux des berges.

Certaines de ces végétations ripicoles subissaient une véritable sélection arborée aboutissant à une nette dominante.

Dans le Nord-Cameroun, par exemple, les Giziga, interdisaient d'abattre « brumli » (*Andira inermis*), arbre buissonnant, dont les amandes de ses gros noyaux, bouillies avec du sel de potasse, constituaient une alimentation de base quand le grenier était vide.

*Syzygium guineense* ssp. *guineense* était parfois l'unique composante arborées des rives de mayo, comme dans la région de Dari (sud du Tchad) et ses fruits entraient dans l'éventail des aliments de disette...

Les sociétés villageoises firent aussi appel à la sélection d'essences arborées propices, à l'intérieur de parcs préexistants ou à leur périphérie. Ces productions de disette, qui devaient intervenir de manière aussi fréquente, firent à certaines périodes l'objet de priorité et engendrèrent des disciplines agraires strictes et, parfois aussi, la protection de certaines parties non vivifiées du terroir.

Les associations d'aliments de disette pouvaient être très variables d'un groupe ethnique à l'autre et parfois très nuancées de terroir à terroir. Elles reposaient généralement sur une gamme de produits, fruits, brêdes, amandes, racines tubéreuses, tubercules, graminées sauvages... l'un d'entre eux présentant une dominante qui symbolisait l'alimentation de recours par excellence. Par exemple, chez les Mousgoum des rives du Logone, c'étaient les rhizomes de nympheacées (« vrek »)<sup>2</sup> qui étaient recueillis dans les mares. Chez les Kapsiki, qui peuplent les plateaux centraux des monts Mandara sur la frontière du Nigeria, il s'agissait d'un bananier sauvage nain, aux fruits à graines, appelé « badaragam »<sup>3</sup>. Ce bananier ensat (*Ensete* cf. *Homblei*), dont le pseudo tronc offre une large souche renflée comestible, était au cœur des produits de cueillette. On préparait la partie souterraine un peu comme un tubercule, lui faisant subir un double bouillissage additionné de « cukkuri », sel végétal liquide. On prélevait l'ensat dans les zones boisées qui persistent dans les dépressions sous le couvert des gros arbres. Dans les plaines du moyen Logone et de la Tandjilé, chez les Marba, *Cochlospermum tinctorium*, « kabrena », tient cette fonction. Plante à racine tubéreuse, elle se multiplie abondamment sur les jachères appauvries, le long des chemins. Elle donne une fécula à long pouvoir de conservation et d'une consommation aisée.

On pourrait multiplier les exemples.

Ces aliments de disette constituaient le recours face à certains risques, climatiques<sup>4</sup>, à ceux des invasions acridiennes et des razzia, ce dernier se caractérisant par son aspect prévisible.

Lorsque, par leur situation, certains groupes se trouvaient en première ligne sur les couloirs de razzia des royaumes musulmans, le stockage des grains d'une année sur l'autre devenait aléatoire et seul un type de production peu vulnérable pouvait donner une assurance de survie.

Ainsi, au Tchad, dans l'interfleuve Chari-Logone, trois ethnies voisines, soumises aux mêmes contraintes historiques sous la menace du royaume du Baguirmi, ont cherché à se prémunir contre ce risque de trois manières différentes : la rôneraie kwang, les parcs de *Ficus gnaphalocarpa* du pays sumray et, enfin, pour les Tobanga (Gabri-Nord) l'importance donnée aux tubercules sauvages.

## 2. LA RÔNERAIE, CLEF D'UN AGROSYSTÈME EN ÉQUILIBRE AVEC LA RAZZIA

### 2.1. La rôneraie-refuge

Les rôneraies du Tchad se sont développées dans les zones litigieuses et sur les marches d'empires sahéliens. Ainsi des lambeaux de rôneraies se sont maintenus à l'ouest de Cheddra et, plus au nord, toujours entre le Kanem et le pays boukala. Elles sont encore présentes dans la zone-tampon entre le Bornou et le Baguirmi, sur tout le bas Chari et le bas Logone, à Logone Ghana, Gofa, Holom... sur le glacis méridional du Baguirmi, depuis Morno, Ngam sur le Ba Illi nord, jusqu'à l'est : Sisi, Tile Nougar... en passant par le pays sarwa en

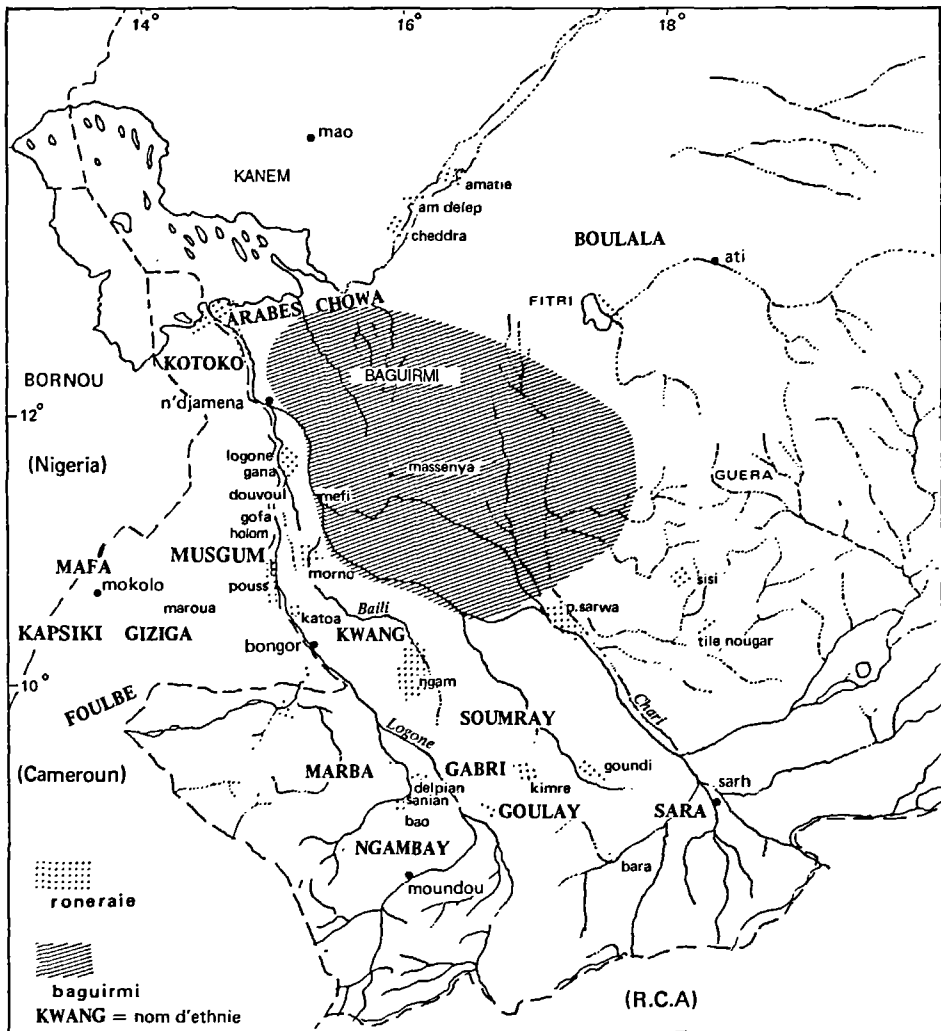


FIG. 1. — Rôneraies et régions à rôniers (Tchad)



FIG. 2. — La rôneraie : un paysage stratégique



amont de Bousso. Plus au sud, d'autres rôneraies, à Bara, Bouna... marquent également la partie litigieuse du pays day enserré dans les groupes sara.

Par sa densité, la rôneraie offrait une protection mécanique, en gênant les mouvements des cavaleries, mais surtout elle jouait le rôle de réserve alimentaire.

Le rônier (*Borassus aethiopum*) se développe dans les champs sans dommages pour les cultures grâce à sa couronne réduite et sensiblement constante. Les repousses s'élaguent sans danger et il supporte bien le feu.

*Borassus aethiopum* est l'arbre de famine par excellence par les germes fusiformes qui poussent en abondance au pied de chaque arbre femelle à partir de dizaines de drupes — chaque régime peut en porter de trente à soixante-dix — qui tombent. Cet embryon peut être grillé et surtout bouilli ; on enlève alors la « tige » centrale fibreuse et amère avant de le consommer. Sa consommation, même répétée, n'offre en aucun cas les inconvénients de l'absorption de certains tubercules ayant la même fonction. De plus, il peut être cueilli pratiquement tout au long de l'année.

Les rôneraies ont servi de refuges à des populations qui, pour des motifs divers, ont dû fuir. Elles ont été, partout où elles avaient quelque importance, des plaques de redistribution de populations ou des relais de migrations. Elles ont d'ailleurs également servi d'étape dans le convoi des colonnes d'esclaves qui trouvaient là une alimentation commode.

## 2.2. L'exemple kwang

### UNE CIVILISATION DU RÔNIER

Les kwang, qui occupent la rôneraie de Ngam, sont formés de réfugiés des cités dam du Chari et de populations refoulées du Logone. Les premiers ont fui par vagues à la suite de guerres avec des bourgs rivaux et de luttes intestines, puis massivement au milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle, après la prise de la rive droite du Chari par Massenya, capitale du Baguirmi, et l'imposition brutale de l'islam. Les seconds furent poussés par des groupes qui descendaient le Logone et qui les chassèrent de leurs fortins de terre sur la berge orientale au sud de Bongor.

Ngam a vu ainsi périodiquement des quartiers d'étrangers se greffer pour un an ou plus et repartir ensuite<sup>5</sup>. Les Kwang sont ainsi présentés au début du siècle par la première colonne allemande qui y parvint après avoir franchi le Logone au sud de Bongor :

*La nourriture principale de Koungs est des racines et quelques noix (fruits de rôniers) comparables aux glands, qu'ils ramassent en forêt. Ils racontaient qu'ils avaient été chassés d'année en année par des partisans de Rabah et la dernière année par le Baguirmi et qu'ils étaient presque anéantis (...).*

*Désormais, ils n'oseraient même plus construire des cases, mais vivent pendant la saison sèche dans leurs plantations aménagées en des endroits cachés. Pendant la saison des pluies, alors que les fleuves sont pleins, les musulmans ne viennent pas et ils peuvent construire des cases légères...<sup>6</sup>.*

Le rônier est ici la « cheville ouvrière » de tout l'agrosystème. Les Kwang disent de lui « c'est notre mil ».

Le germe du rônier, « gimdi », est « cultivé » dans une multitude de jardinets circulaires, « kipindi », d'un à trois mètres de diamètre, souvent coalescents, à l'intérieur de la concession ou jouxtant le « secco » de clôture. Pour une meilleure venue de l'embryon, les drupes sont partagées par moitié

ou par tiers. Elles sont mises à germer par centaines dans des excavations d'une dizaine de centimètres de profondeur. Si les drupes sont déposées ainsi à la fin du mois d'août ou au début du mois de septembre, les germes arrivent à maturité et pointent hors de terre en novembre, décembre ou janvier.

Une fois cueilli, le germe peut se conserver pendant deux à trois mois. Durant la saison des pluies, de juin à octobre, les femmes vont prélever « gimdi » dans les jachères de la rôneraie, si bien que « gimdi » est une nourriture quasi quotidienne pour les Kwang.

La fécule de ces germes amylacés n'est extraite sous forme de farine <sup>7</sup> — qui est rouie — que pendant les périodes de carence en mil, permettant ainsi de confectionner des « boules ». Les embryons, pilés et mélangés avec du mil, peuvent aussi servir à la distillation artisanale d'un « argue » <sup>8</sup>. Le fruit lui-même garde de son intérêt péricarpe et mésocarpe, « manaka », sucrés et fibreux, sont consommés sous forme de boisson, « doy in manaka ». L'albumen, « bundosi », à la consistance de gelée, est également mangé. Lorsque le germe est déterré, la fraction de drupe qui l'a fait naître est brisée et l'intérieur, « kokolo », est recueilli pour la consommation. Sur les rôniers accidentellement abattus, l'extrémité sous le bourgeon terminal (appelé « cou de rônier »), fibreuse mais sucrée, était fort recherchée.

Les palmes des rôniers et les parties ligneuses des drupes des anciens « kipindi » sont brûlées, réduites à l'état de cendres pour la production de sel alimentaire. Le filtrat que l'on obtient de ces cendres est concentré par ébullition, puis réduit en poudre par évaporation. Après malaxage avec de l'eau, ce sel était conditionné en boulettes enveloppées dans des feuilles de rônier. Il était réputé et faisait l'objet d'un commerce, y compris dans des pays déjà producteurs de sel d'un autre type, comme les rives du Logone et du Chari.

#### ÉVOLUTION DANS L'UTILISATION DE *BORASSUS*

Dans cette région, l'arbre est le support de courants de peuplements descendus du nord-est et son intérêt alimentaire était seul retenu. La sève qui coule après incision du bourgeon terminal n'est bue que par les enfants et ne sert à la fabrication d'aucun vin de palme. Ce fait est caractéristique non seulement du bassin du lac Tchad, mais il accompagne également les rôneraies sur le revers méridional de l'Adamawa jusque dans les zones péri-forestières <sup>9</sup>. Il marque une différence avec le Sénégal, la Guinée, la Côte d'Ivoire... où le rônier est sollicité, tout comme l'*Elaeis* et le palmier raphia, pour la confection de « vin ». La saignée est incompatible avec une bonne production de fruits, donc de germes, et la régénération est dès lors mal assurée. Le choix est net et la discipline agraire semble bien avoir joué en ce sens dès la genèse de ces rôneraies. Le bois n'était pas non plus exploité, pour les mêmes raisons. Il était interdit d'abattre un pied femelle, et celui d'un pied mâle était soumis à l'autorisation du chef de terre. Autrefois les toitures des habitations kwang étaient entièrement tressées et ne nécessitaient aucun bois d'œuvre. Néanmoins, le bois de *Borassus aethiopum* était parfois utilisé en support de greniers, encore qu'il s'agisse toujours de fûts tombés.

Avec la colonisation, la discipline agraire qui avait entretenu et développé la rôneraie s'est relâchée en même temps que les maîtres de la terre perdaient de leur pouvoir et que l'économie de raziés n'ayant plus cours, le germe devenait moins essentiel. Le bois de rônier apparaît aujourd'hui dans toutes les constructions, en chevrons, sur des unités architecturales qui ont doublé de volume, pour des toitures à deux ou quatre pentes, et même en piquets pour

accrocher les « secco » de clôture... *Borassus aethiopum* fournit le bois d'œuvre par excellence de la construction citadine, qui adopte massivement la case musulmane à toit d'argamasse. Il alimente dès lors un commerce autrement plus important que celui des germes, pourtant encore présent sur tous les marchés.

L'intérêt passe alors du pied femelle au pied mâle, dont la couronne extérieure est plus épaisse (7 à 9 cm) et qui est exploitable sur les trois quarts de sa longueur. Chaque stipe fournit de cinq à neuf dosses, « slaka », de bois imputrescible et peu attaqué par les termites. Le chef de canton exerce une sorte de monopole en prélevant un pourcentage par dosse vendue. D'une discipline alimentaire aux mains des maîtres de la terre, on est ainsi passé à un contrôle complet d'un commerce du bois par un chef de canton.

### 2.3. Le rônier, élément d'un terroir d'assiégés

Le rônier n'est pas spécifique d'une organisation sociale ou d'un encadrement politique particulier, il se développe du côté des protagonistes les plus faibles ou les plus menacés.

Chez les Kwang, le terroir se confondait avec la rôneraie, où elle constituait un refuge physique, de la même façon que chez les Bege, groupe intermédiaire entre Massa et Mousgoum sur les rives du Logone. Elle servait là un groupe réputé acéphale. Le rônier prospérait en bosquets ou en auréoles auprès des cités emmurillées kotoko, à Gofa, Holom, Logone Ghana... très fortement hiérarchisées. Sur le bas Logone, le rônier servait des populations aux terroirs ramassés auprès des murailles dans des plaines inondables et trop ouvertes. Il se développa pour les mêmes raisons dans les terroirs très étriés des pieds de massifs-îles : à Balda, Midjiving, en pays guidar (Nord Cameroun)... *Borassus aethiopum* n'est parfois que l'élément d'un parc apparu au moment d'une période d'insécurité, comme à Kolon, Kimre, Goundi... chez des populations diverses.

Les rôneraies sont presque partout des constructions végétales conscientes, où l'homme fut souvent à leur origine ou du moins concourut-il à leur entretien.

Les rôniers ont pu se développer, comme le fait actuellement un autre palmier, *Hyphaene thebaica*, à la faveur d'une disette. Les drupes sont importées et dispersées dans les villages après consommation du péricarpe. Ils ont pu aussi faire l'objet d'une discipline agraire obligeant les cultivateurs à semer les drupes systématiquement sur leurs champs, comme chez les Mboum de l'Adamawa.

Les rôneraies demeurent des formations fragiles qui peuvent disparaître rapidement et, si l'homme contribue à les construire, il peut également être le facteur de leur destruction.

Elles furent effacées du Chari baguirmien au milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle, en même temps que les parcs d'*Acacia albida*, et un peu pour les mêmes raisons. La levée des interdits sur l'abattage des arbres sélectionnés suivit, après l'islamisation, la disparition des contraintes traditionnelles. L'intérêt même de ces essences ne se justifiait plus dans une économie qui s'ouvrait dans le cadre centralisé du Baguirmi et dans un système d'agriculture devenant extensif. Les rôneraies de la rive orientale du Chari, au nord de Bousso, qui matérialisaient une frontière menacée par les états boulaala, puis par Massenya, se reportèrent plus au sud, renforçant les formations de Morno, Ngam, Sarwa, Tile Nougat...

Le rônier fut associé aux habitats regroupés dans ou autour des murailles

de terre (« ngulmung ») des pays massa, mouzouk, kera. Le pouvoir y était tenu par les forgerons. Une véritable mutation ethnique s'opéra, vraisemblablement sous l'action conjuguée du franchissement d'un seuil démographique (début du XVIII<sup>e</sup> siècle) et de l'influence de la remontée de populations méridionales. Les murailles furent submergées, le pouvoir de la forge fut aboli et les sociétés se recentrèrent sur le bétail. De groupé, l'habitat adopta une disposition en nébuleuse, entraînant avec lui une transformation des parcs arborés<sup>10</sup>.

De la même façon que le travail du fer fut rejeté, les éléments très marqués de l'ancien ordre des choses, comme *Borassus aethiopum* que l'on semait systématiquement autour des « ngulmung », fut abandonné. Il n'est retrouvé aujourd'hui qu'à l'état relictuel près des anciens sites. Ces deux exemples de disparition du rônier sont une preuve a contrario de l'association du rônier et des entités ethniques minoritaires assiégées qui le favorisaient.

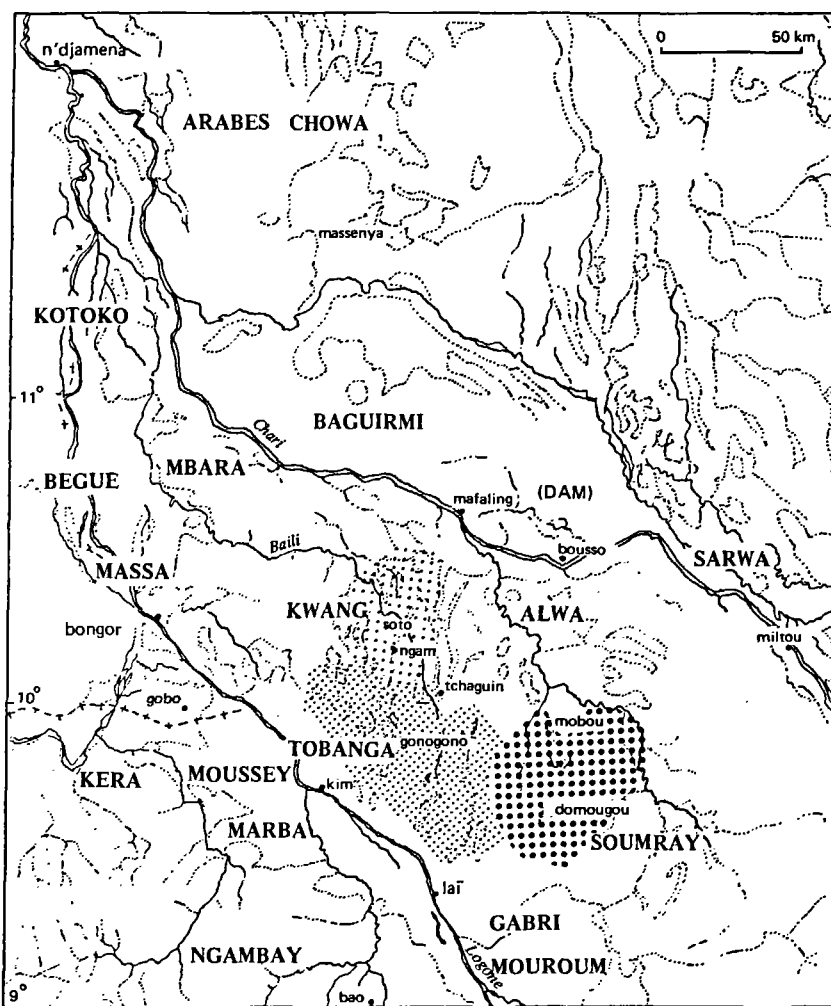


FIG. 3. — Situation des ethnies kwang, tobanga et soumray

### 3. LA SIGNIFICATION DES *FICUS*

#### 3.1. Les pseudo parcs à *Ficus* des Soumray

« Les fruits de *Borassus* qu'ils cassent et font cuire légèrement sur les charbons, et les figues qui, en temps ordinaire, ne constituent pour eux qu'un appoint agréable, sont en temps de disette leurs seuls aliments, avec quelques racines et un peu de poisson. Lorsque nous avons occupé Laï, les Massas traversaient une période de famine, aussi les voyait-on se battre pour quelques figues... »<sup>11</sup>.

Tout comme les rôniers, les *Ficus* remplirent aussi un rôle d'arbre de disette. Ces derniers sont souvent les seuls arbres bouturés dans les villages, pour l'ombre qu'ils procurent, pour le fourrage qu'ils offrent au petit bétail et pour leurs fruits, parfois providentiels, en cas de pénurie alimentaire. Toutefois, les *Ficus* se retrouvent en dehors des périmètres habités, sur les champs, au sein de parcs complexes, ou parfois dominants et omniprésents comme c'est le cas chez les Soumray<sup>12</sup>.



FIG. 4. — *Ficus gnaphalocarpa* (Miq.) Steud. ex A. Rich.

*Ficus gnaphalocarpa* a été, en plaine, le *Ficus* le plus systématiquement développé comme arbre de disette et il est également attesté partout sur les piémonts des monts Mandara. En position climacique *Ficus gnaphalocarpa* est souvent ripicole et la proximité de la nappe fait de la plaine d'inondation du Logone un lieu d'élection. Il peut même prospérer dans des zones très amphibies. Ainsi *Ficus gnaphalocarpa* pallie dans le pays soumray mal pourvu en buttes exondées la rareté des tubercules sauvages et l'absence de rôniers. Il offre une alternative à *Borassus aethiopum* dans son rôle d'arbre de famine. Dans l'interfluve Chari-Logone, les deux essences se présentent en développement inversé, les gros parcs à *Ficus gnaphalocarpa* étant généralement dépourvus de rôniers.

Certains sites, disposant de peuplement dense de *Ficus gnaphalocarpa*, ont servi, tout comme les rôneraies, de pôle d'attraction pour des populations de réfugiés. De la même façon que pour *Borassus aethiopum*, une véritable discipline veillait à son développement en le préservant constamment sur les essarts. Il aurait même été bouturé sur champs en certains endroits du pays soumray.

Les fruits de « doga » (*Ficus gnaphalocarpa*), toujours très abondants, étaient séchés et se conservaient ainsi dans des jarres ou des cachettes. Pilés et mélangés avec du son de mil et des arachides, ils permettaient de confectionner des « boules » et des bouillies. Les fruits frais servaient également à la fabrication de boissons, alcoolisées ou non.

À la différence des habitants des piémonts des monts Mandara, les Sumray ne semblent pas avoir utilisé les jeunes feuilles en brèdes. Feuillage et sycones alimentent le petit bétail. De plus, *Ficus gnaphalocarpa*, espèce mellifère, est souvent porteur de ruches, le miel étant un des tributs les plus régulièrement exigés par le Baguirmi.

Les Soumray s'inféodèrent fortement au Baguirmi dès le début du XIX<sup>e</sup> siècle, Domougou, leur grand centre, servant de relais aux incursions baguirmiennes vers le Sud. Ces liens privilégiés leur permirent de se maintenir dans ces plaines très ouvertes, tandis que leurs voisins kwang ne s'aventuraient pas hors de leur rôneraie et que les Tobanga se terraient dans les sous-bois de leurs buttes.

### 3.2. Les sélections multiples de *Ficus*

Les Moussey de la rive occidentale du Logone — qui font face aux Tobanga et Kwang — dans la partie extrême de leur peuplement, le canton de Gobo, ont été des promoteurs de *Ficus*. Ces peuples cavaliers, à la fois conquérants et refoulés, en constantes rivalités entre eux, suscitérent des parcs de *Ficus* de dimensions souvent impressionnantes. C'est à une dizaine de variétés de *Ficus* qu'ils confiaient l'essentiel de leurs méthodes de survie. Ici « tuluma » (*Ficus gnaphalocarpa*) n'est qu'un comparse, encore que ses fruits verts, bouillis, fournissent des « boules » de famine et qu'il demeurât le seul dont les sycones séchés pouvaient être longtemps conservés. D'autres *Ficus*, comme « bonna » (*Ficus platyphylla*), « rafuhuna » (*Ficus capensis*), « didifa » (*Ficus ingens*), « sewena » (*Ficus dekdekena*)... mais surtout « ndima » (*Ficus* Sp.) fournissaient des fruits qui, à maturité, étaient consommables en « boules » et bouillies. Ces arbres de très belle venue, en particulier « ndima », étaient susceptibles de produire des centaines de kilogrammes de fruits par pied.

Ces parcs, généralement lâches, étaient issus de sélections successives par plusieurs établissements reprenant des emplacements voisins et ne laissant à côté des *Ficus* que quelques *Prosopis africana*, *Anogeissus leiocarpus*, karités et nérés. Ils sont le résultat d'une stratégie délibérée puisqu'elle allait jusqu'à bouturer certaines variétés comme « ndima » et même *Ficus gnaphalocarpa* et *Ficus platyphylla*, non seulement dans les périmètres habités, sur les tombes, mais aussi en plein champ.

Les Mafa, occupant les massifs les plus élevés et les plus enclavés des monts Mandara, au nord de Mokolo, ont mis en place un agrosystème des plus autarciques. L'importance des *Ficus* y est patente. Sur certains massifs, comme Ziver et Oupay, les *Ficus* occupent entre 18 et 25 % de l'ensemble du parc arboré. Toutefois, si l'on exclut le couple *Acacia albida* | *Ziziphus mauritiana*, ils représentent environ 50 % des essences sélectionnées restantes, sans compter celles des chaos de blocs non mis en cultures et les pentes non

habitées. Une quinzaine de variétés de *Ficus* conforte ainsi leur économie d'assiégés. Ils répondent aux besoins en brèdes, bois de chauffe et de construction, de « feuille » pour le petit bétail, d'aliment de disette avec leurs sycones, de matériaux pour l'artisanat avec l'utilisation du liber dans la fabrication de petits sacs...

Il s'agit essentiellement de « mayoz » *Ficus populifolia*, « babaray » (*Ficus Wallis Choudae*), « pelelde » (*Ficus abutilifolia*), « gudav » (*Ficus gnaphalocarpa*), « guvdar » (*Ficus platyphylla*), « wuler » (*Ficus cf. cordata thunberg*), « slerdamay » (*Ficus ovata*) « batbatay » (*Ficus Sp.*)... Près d'un *Ficus* sur deux est un « mindek » (*Ficus dicranostyla*), qui fournit l'essentiel des brèdes pour les sauces accompagnant la « boule », il est relayé dans ce rôle par les jeunes feuilles de niébé. C'est le premier légume vert de l'année et il couvre les besoins de mars à juillet, les jeunes feuilles se succédant sur une très longue période, de même que les fruits interviennent à plusieurs moments de l'année. Consommés mûrs, les sycones font surtout l'objet de séchage et de mise en réserve pour la période de soudure.

Ces *Ficus* sont appropriés, régulièrement taillés en têtard et ils font l'objet de soins jaloux. Des fourches de bois sont posées contre leur tronc afin de faciliter la cueillette des feuilles fraîches. « Mindek » aurait été anciennement bouturé avant de se naturaliser sur ces massifs. Un autre *Ficus* est, en revanche, toujours systématiquement bouturé : « ndre dla may » (« qui calme la famine »), dont les gros sycones sont consommés lors de disette. « Vozozom » (*Ficus polita*), le « littahi » des Foulbé, récemment venu de la plaine, est également bouturé.

Les *Ficus* occupent toujours les amas de blocs de rochers et la proximité, rocheuse, des habitations, et ce pour ne pas gêner les cultures sur les terrasses et les champs de fond de vallée qui ne tolèrent qu'*Acacia albida* et *Ziziphus mauritiana* de peu de développement.

Les pourcentages importants de *Ficus* et leur haut degré d'utilisation se révèlent comme des traits d'archaïsme. Ces éventails de *Ficus*, issus à la fois du stock végétal en place et de *Ficus* ayant diffusé à différentes époques, tendaient à répondre à un ensemble de besoins complexes. C'est la diffusion de productions légumières cosmopolites et le désenclavement de leur économie qui rendirent cette sélection dans bien des cas un peu désuète.

Si les *Ficus* ne semblent pas avoir rempli ici des fonctions vestimentaires (utilisation du liber), ni de protection de villages par des haies... ils ont néanmoins assuré des productions essentielles. Ils servaient des économies d'assiégés qui devaient concentrer sur des surfaces très réduites leurs réponses à un maximum de besoins.

#### 4. LES TUBERCULES DE FAMINE : L'EXEMPLE TOBANGA

Les Tobanga sont nés de peuplements de type kwang qui avaient quitté la rive droite du Chari et qui, après un séjour à Ngam, se sont répandus sur les lanières exondées jusqu'au Logone. Ils furent ensuite pris dans un mouvement de remontée de populations méridionales dans lesquelles ils se fondirent, parfois incomplètement.

Menacés à la fois par les menées du Baguirmi balayant l'interfluve à partir de ses relais de Domougou, Soto, puis sur le fleuve, Laï Taba et Kim, et par les bourgs du Logone qui, comme Kim, opéraient parfois pour leurs propres comptes, les Tobanga mirent au point un système de défense particulier : ils s'enfoncèrent dans les buttes boisées. Ce repli de croupes boisées en croupes boisées constitua leur stratégie qui, maintenant encore, les fait reculer devant

les Marba, véritables défricheurs traversant de plus en plus nombreux le Logone. Les « gens du silence », comme les appellent les Marba, dissociaient habitat et terroir. L'habitation était limitée à quelques unités donnant sur une cour où étaient accrochés en permanence à un poteau les boucliers de *Phragmites*. Les réserves de grains étaient souterraines ou perchées.

La volonté de s'intégrer dans la végétation sans laisser de traces était très poussée et la sélection arborée, par là-même inexistante ou presque. Mais la quasi absence du rônier et le peu de développement de *Ficus gnaphalocarpa* furent contrebalancés par l'exploitation systématique des tubercules.

L'utilisation des tubercules sauvages pendant les périodes de pénurie a été abondamment décrite par les premiers voyageurs<sup>13</sup> et les coloniaux. Les tubercules sauvages étaient — et restent encore — le recours ultime dans une grande partie de la zone soudanienne. L'éventail des tubercules varie selon les régions, il est plus large dans les zones boisées que dans celles sujettes à l'inondation ou encore dans les montagnes.

#### 4.1. Stock et planification

L'utilisation des tubercules n'est jamais exclusive et elle est associée à celle d'autres produits de cueillette. Les Tobanga ne font pas exception, en dépit de la place vitale accordée aux tubercules. La contribution des différents aliments de soudure va dépendre de la période à couvrir et de sa longueur.

Une première contribution peut être demandée aux « paguri » (foulfouldé) ou « kreb » (arabe), termes qui recouvrent des graines sauvages, des graminées dont la gamme, comme la production, sont peu étendues à la latitude du pays tobanga. Il s'agit de certains *Cenchrus*, *Eragrostis*, de *Panicum* Spp., d'*Eleusina indica* et d'un peu de riz sauvage. Parallèlement, les fruits peuvent être grappillés de façon plus intensive et les « nourritures de berger ou de chasseur » sont sollicitées : petits bulbes gorgés d'eau, ou le « navet d'eau » (« mada ») *Brachystelma ptyeumoides*, poussant sur des terrains inondables, avec des variantes gustatives liées à la nature de la terre et qui se consomme cru ou grillé. Il en est de même pour *Curculigo pilosa* (« longu ») qui peut être roui, pilé, mis à séché et conservé sous cette forme.

Cette première cueillette prend également en compte les amandes, celles de *Sclerocarya birrea*, dont le développement est à cette latitude limité ; l'amande du fruit plat de *Detarium microcarpum* et aussi les graines de *Sterculia setigera* et d'*Azelia africana*.

Un premier choix s'opère sur des tubercules facilement consommables, qui servent d'ailleurs, pour certains, dans l'alimentation en dehors de toute pression. Ce sont les ignames de brousse (« kapini »), qui recouvrent une longue *Dioscorea abyssinica*, très pileuse, que l'on déterre sous les couverts boisés, mais surtout *Tacca leontopetaloides* (« krolo »), appelé communément topioca<sup>14</sup> au Tchad. Il est rapé sur la surface rugueuse d'une jarre, puis on fait décanter pendant une nuit dans l'eau la fécule, qui est ensuite séchée. Elle sera rouie une dernière fois. Cette farine, très blanche, sert alors à la confection de pains, de bouillies, de beignets où l'on adjoint de la pâte d'arachide ou du miel. Elle se conserve aisément et on la commercialise sur les marchés. On l'offre aux chefs et elle faisait partie de tributs libératoires au même titre que le miel et le fer, imposés par les cités dam ou le Baguirmi<sup>15</sup>.

Les « griffes » des racines d'*Asparagus pauli-guilelmi* sont également recherchées et préparées sans grande précaution et le goût en est apprécié. Les rhizomes de Nymphéacées (« kra »), production mineure en pays tobanga, sont intégrés dans cette série alimentaire.



A l'amorce d'une vraie disette, entre en lices un groupe charnière entre tubercules pratiquement consommables en année normale et ceux moins évidemment comestibles. On commence par les rhizomes de *Sansevieria liberica*, par les racines tubérisées de *Lansea humilis* et celles de *Cissus populnea* (« bulu »), dont l'utilisation plus commune, toujours à des fins culinaires, est celle de l'écorce de ses tiges, à la façon de *Grewia mollis*. C'est surtout *Dioscorea dumetorum* (« sene ») qui est prélevé dans les lieux les plus boisés. Le tubercule est épluché, mis à bouillir, puis à dégorger dans une eau alcalinisée, l'opération se renouvelant deux fois. Il est alors consommé, seul, sans accompagnement de « sauce ». *Cochlospermum tinctorium* (« baye ») offre de grosses racines tubéreuses, qui sont pilées au mortier. Le produit est tamisé, puis maintes fois lavé jusqu'à ce qu'il perde sa couleur safran vif et devienne blanchâtre. La partie fine servira pour les bouillies, le reste pour les « boules ». Séchée, cette farine peut se conserver d'une année sur l'autre<sup>16</sup>.

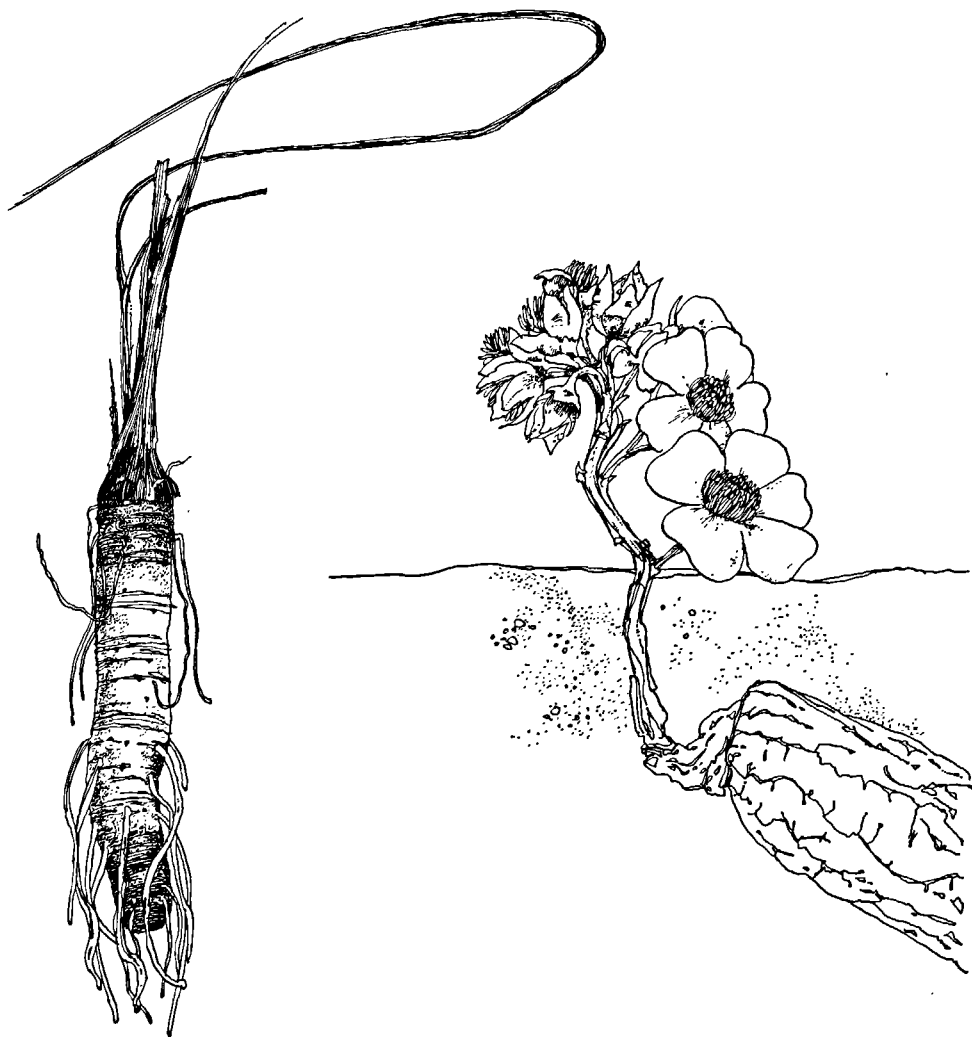
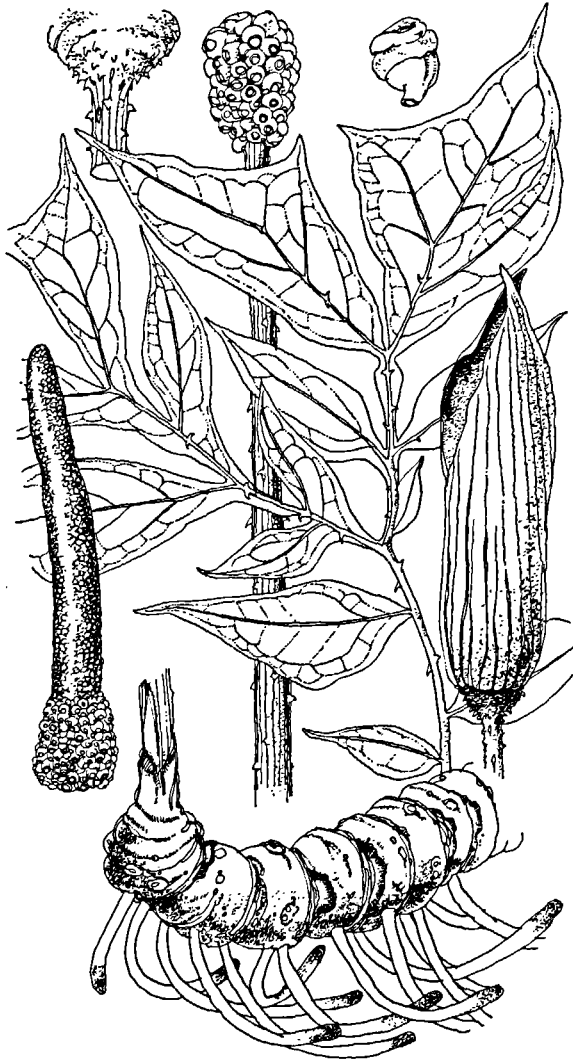


FIG. 5. — A gauche : *Cochlospermum tinctorium* A. Rich. A droite : *Curculigo pilosa* (Shum.) Engl.

FIG. 6. — *Anchomanes difformis* Engl.

Lorsque la disette devient famine et qu'elle se prolonge, une autre série de tubercules, nettement nocifs, est mise à contribution. C'est un peu l'alimentation de la dernière chance et la consommation en est délicate. Outre une préparation, très sérieuse, qu'exigent ces tubercules, entrent en compte des aliments de disette annexes qui serviront au coupage et aussi le nombre de jours au-delà desquels une telle ingestion devient dangereuse. Le principal est *Anchomanes difformis* (« mokda »), un des tubercules les plus communs dans les parties sableuses des plaines et un des plus accessibles. Il est massivement utilisé. Cette aroïdée est signalée comme respectée dans les défrichements dans certaines régions de l'Ouest africain :

« cette plante, dont le tubercule est un aliment de disette, porte dans plusieurs langues des noms signifiant le « maître du champ »<sup>17</sup>.

Déposés sur les parties lisses de « harde », les *Anchomanes difformis* sont piétinés afin d'être débarrassés de leur peau. Lavés, ils sont ensuite laissés dans l'eau pendant une nuit. L'opération est renouvelée deux à trois fois. Ils sont alors longuement bouillis, pendant une demi-journée et plus, dans de l'eau additionnée de sel de potasse. On les pile au mortier et le produit, séché, subit un ultime rouissage. Il existe plusieurs formules qui, toutes alternent rouissage et bouillissage avec du sel végétal. Les Tobanga consommaient « mokda » surtout avec de l'huile — dans la mesure où ils en disposaient. Son ingestion prolongée entraînait des gonflements, conséquence probable d'une avitaminose.

Les *Amorphophallus aphyllus* et *Amorphophallus flavovirens* (« sondu ») sont souvent prélevés sur des termitières. Épluchés, ces tubercules restaient parfois plusieurs jours dans une gangue de terre humide prélevée dans des horizons argileux et ils subissaient deux à trois bouillissages avec du sel végétal ou certaines feuilles. Selon les informateurs, la nocivité varierait en fonction de la période de cueillette, saison sèche ou saison des pluies, et de la nature du sol. Le danger que présentait la consommation de « sondu » imposait la vérification de la préparation par de vieilles femmes<sup>18</sup>. Il convenait toutefois de ne pas mâcher car le produit demeurerait irritant pour la muqueuse buccale. « Sondu », toutefois, tenait mieux au corps que « baye » et « mokda » et n'entraînait pas de troubles digestifs. Le risque tenait surtout dans une absorption prolongée.

Entrait alors en jeu une sorte de posologie pour leur consommation, qui devait être limitée à un certain nombre de jours — variable selon les informateurs — coupée par du son de mil, des « boules » de figes et des brèdes. Des *Corchorus*, *Hibiscus*, *Leptadenia hastata*; des rudérales comme *Tribulus terrestris* (pendant la saison des pluies); des *Vernonia* Sp., des *Sesbania* Sp., les gousses fraîches de *Bauhinia reticulata* et aussi les feuilles de *Capparis corymbosa* étaient consommés avec les *Amorphophallus* ou en coupage pendant un à trois jours. La fécule de « tacca » était également utilisée pour aider à l'ingestion de « sondu ».

Tous les informateurs tobanga, âgés de plus de 60 ans au moment de notre enquête en 1976-77, avaient mangé ces tubercules lors de sécheresses ou d'invasions de criquets avant les années 30. Tous décrivaient avec un luxe de détails les difficultés d'absorption et de déjection de ces aliments toujours sensiblement urticants.

Nous pensons à cette époque faire une enquête qui prenait un tour historique. Malheureusement, les événements se sont précipités au Tchad et l'année 1984 devait conjuguer aux troubles de la guerre civile celui d'une sécheresse plus radicale encore que celle de 1973. Des villages entiers ont dû fuir en brousse combats et repréailles que menaient F.A.N. et KODOS<sup>19</sup>. La sous-préfecture de Koumra, immédiatement au sud de la zone étudiée, fut une des plus touchées et les villageois se virent à nouveau contraints aux aliments de disette les plus durs.

Les responsables des Missions et des services médicaux furent confrontés à un type de mortalité particulier. Les gens mouraient par dizaines, parfois par centaines dans les villages, à la suite de maux s'apparentant à des intoxications, en particulier chez les Goulay, les Toumak de Goundi... groupes immédiatement dans le prolongement des Tobanga-Gabri<sup>20</sup>. Que se passait-il ? Les gens avaient eu recours massivement aux tubercules de famine sus-cités. La préparation fut, semble-t-il, respectée, mais on commit des erreurs dans le rythme d'absorption, cette « posologie », bien connue encore au début du siècle, ayant été souvent oubliée ou négligée.

#### 4.2. L'originalité tobanga

Les Tobanga devenus depuis peu riziculteurs, étaient auparavant céréali-culteurs de sorghos et d'éleusines. Ils furent aussi — tout comme les Soumray — des cultivateurs avertis de *Coleus dazo* et, comme les Marba encore, de *Coleus rotundifolius*, mais ces deux cultures ont quasiment disparu de leur aire de peuplement. Les autres tubercules cultivés, patate douce, manioc, sont d'introduction récente. Quant à l'igname (une *Dioscorea* Sp.), elle a fait récemment, depuis le pays ngambay, son apparition, en culture sans buttes, ni billons, à proximité des clôtures, à la manière de *Dioscorea bulbifera* (« tongo »). « Tongo » pousse autour de la concession, sous des ensembles de perches-supports, qui favorisent aussi *Luffa cylindrica* et *Momordica charantia*, offrant par là même une protection à la volaille. *Dioscorea bulbifera* présente deux variétés, dont une à grosses bulbilles, consommées coupées en tranches, sans préparation spéciale. Le tubercule, seul, est bouilli avec du sel végétal ou du natron.

Les Tobanga n'ont pas pris la même option que les Kwang et les Soumray alors qu'ils occupent le même milieu, alternance de zones inondables et de bourrelets exondés, le rônier est absent et le *Ficus* n'apparaît guère en parc. Les Tobanga, comme la plupart des groupes méridionaux du Tchad : Mouroum, Goulay, Sara, Ngambay... ont eu recours aux tubercules sauvages. Ce qui les distingue des autres est la latitude où le choix s'est opéré, sous une pluviométrie de 750 mm et la systématisation de ces techniques. Ils ont ensuite privilégié par stratégie l'enfouissement de leur habitat dans les fourrés, auprès des réserves de tubercules. En fait, trop pourchassés, ils ont préféré vivre dans des sites qui, pour d'autres, ne servaient que de refuges temporaires, isolés des champs trop repérables.

La cueillette des tubercules sauvages a toujours été intégrée à la vie économique et sociale des Tobanga. Comme pour les semailles et les récoltes, la période de cueillette était ouverte chaque année par le maître de la terre, qui partait en brousse prélever les prémices de *Tacca leontopetaloides*. Certains informateurs alwa (nord du pays soumray) affirment que « *Tacca* » a été cultivé sur de larges billons, jadis, un peu comme l'est encore *Coleus dazo* dans la plaine d'inondation. Quant aux Tobanga eux-mêmes, ils disent avoir transplanté systématiquement à proximité des concessions les « *Tacca*<sup>21</sup> », les *Dioscorea dumetorum*, mais aussi les *Amorphophallus* trouvés sur les champs lors de leur mise en culture<sup>22</sup>. En revanche, ils boutureraient « kapindi », les ignames sauvages, toujours près des concessions et leur *Dioscorea bulbifera* ne seraient que des produits sauvages, améliorés par une sélection permanente...

Cette amorce de domestication, en particulier celle de *Dioscorea dumetorum*, a ici avortée. Elle n'a pas abouti à une mise en culture comme chez les Koma des monts Alantika ou chez les groupes refoulés du sud de l'Adamawa, comme les Yambasa, Sanaga... où elle est devenue essentielle.

#### CONCLUSION

La période de soudure serait à reconceptualiser comme le lointain avatar d'économie de cueillette. Ce temps est pris en considération dans tous les agrosystèmes des communautés villageoises. Il se passe harmonieusement dans bien des cas — contrairement aux connotations du mot soudure lui-même. Il apporte une rupture dans le rythme et l'alimentation par un passage du cultivé au cueilli, rupture allant de quelques jours à plusieurs semaines.

Le problème de la soudure est celui de sa durée. Au-delà d'un certain seuil, la soudure confine à des périodes de stress, que sont les disettes, puis les famines. Mais ce recours potentiel que représentaient les réserves de cueillette permettait un certain relâchement dans la gestion des productions vivrières, autorisant les fêtes de saison sèche. C'est probablement ce qui accrédita dans les écrits coloniaux et jusqu'aux proses journalistiques très actuelles, la sempiternelle note sur l'incroyable imprévoyance de ces populations et les abus de brassage de bière de mil.

Les aléas climatiques, les menaces acridiennes devaient toutefois entraîner pour les sociétés de cultivateurs de la zone soudanienne des stratégies de parades qui visaient à une sorte de domestication de la cueillette. Elle pouvait s'exercer sur la sélection arborée d'une ou plusieurs essences promues arbres de famine, ou encore une mise en défens de pseudo-brousses particulièrement propices à certaines baies et aux tubercules sauvages. Dans la majorité des cas, elle induisait un aménagement spécifique du terroir.

Les villages dont le terroir devait en plus prendre en compte le risque de razzia endémiques de la part de groupes militairement mieux encadrés, radicalisent alors ces mêmes parades.

C'est ainsi que peut s'effectuer la lecture de certains paysages de rôneraies ou de parcs à *Ficus*, ou l'interprétation de l'abondance de ces mêmes essences au sein de parcs complexes. Quant à l'absence de sélection arborée de disette, elle laisse parfois entrevoir d'autres réponses qui ne transparaissent pas immédiatement dans le paysage.

#### BIBLIOGRAPHIE

- AUBREVILLE (A.), 1950. — Flore forestière soudano-guinéenne, Paris, 523 p.
- BUSSON (F. F.), 1965. — Étude chimique et biologique des végétaux alimentaires de l'Afrique noire de l'Ouest dans leurs rapports avec le milieu géographique et humain. Marseille, 568 p.
- CABOT (J.), 1965. — Le bassin du moyen Logone, *Mém. ORSTOM*, n° 8, Paris, 327 p.
- CAPRILE (J. P.) et SEIGNOBOS (CH.), 1975. — Esquisse de présentation du pays tobanga ou « Gabri-Nord », L'Homme et le Milieu, aspect du développement au Tchad, 1<sup>er</sup> rapport d'enquête 73-75, *Annales de l'Université du Tchad* n° 3 : 159-185.
- CHEVALIER (A.) et PERROT (E.), 1905. — Les Coleus à tubercules alimentaires. Les végétaux utiles de l'Afrique tropicale française. Vol 1, fascicule 1 : 100-160.
- CREAC'H (P. V.), 1949. — Le problème des mois de disette au moyen Tchad : les aliments végétaux de remplacement : 291-295. Conférence interafricaine sur l'alimentation et la nutrition, Dschang, Cameroun, Documentation Française, Paris, 538 pages.
- DALZIEL (J. M.), 1948. — The useful plants of west tropical Africa, London, 612 p.
- ENGLER (A.) et CHEVALIER (A.), 1931. — Les Amorphophallus et leurs usages, in *Revue Internationale de Botanique Appliquée*, II : 809-816.
- FOTIUS (G.), 1973. — Étude phytosociologique du triangle Fort-Lamy/Bouso/Laï, ORSTOM, Fort-Lamy. 228 pages.
- GASTON (A.) et FOTIUS (G.), 1971. — Lexique des noms vernaculaires de plantes du Tchad, Tomes 1 (173 p.) et 2 (182 p.), I.E.M.V.T., Fort-Lamy.
- GILLET (H.), 1963. — Végétation, agriculture et sol du centre et sud Tchad (feuilles de Miltou, Dagela, Koumra, Moussafoyo), *J. Agric. Trop.*, 10 : 52-160.
- GRONDARD (A.), 1964. — La végétation forestière du Tchad, *Revue Bois et Forêts tropic.*, 93 : 15-34.
- JACQUES FÉLIX (H.), 1947. — Ignames sauvages et cultivés du Cameroun, *Revue internationale de Botanique Appliquée*, 27, Paris : 119-133.
- JUMELLE (H.), 1925. — Les cultures coloniales, plantes alimentaires et plantes médicinales, 119 p.
- LEBRUN (J. P.), AUDRU (J.), GASTON (A.), MOSNIER (M.), 1972. — Catalogue des plantes vasculaires du Tchad méridional, Et. Bota. n° 1, I.E.M.V.T., Paris, 287 pages.

- MIÈGE (J.), 1952. — Contribution à l'étude systématique des *Dioscorea* ouest africain., Paris.
- PALAYER (P.), 1977. — Lexique de plantes du pays sar, Tome 1, 83 pages, et T 2, 78 pages C.E.L. Sarh, Tchad.
- PORTÈRES (R.), 1950. — Vieilles agricultures de l'Afrique intertropicale (centres d'origine et de diversification variétale primaire et berceaux d'agricultures antérieures au *xvi<sup>e</sup> siècle*), *L'Agronomie Tropicale* n° 9-10 : 489-507.
- SCHNELL (R.), Plantes alimentaires et vie agricole de l'Afrique noire, Paris, Larose, 223 pages.
- SCHWEINFURTH (G.), 1875. — Au cœur de l'Afrique, 1868—1871, Tome 1 (508 pages) et Tome 2 (434 pages).
- SEIGNOBOS (CH.), 1981. — Végétations anthropiques dans la zone soudano-sahélienne : la problématique des parcs. : 1-23. *Revue de Géographie du Cameroun*, Vol. III, n° 1.
- SEIGNOBOS (CH.), TOURNEUX (H.) et LAFARGE (F.), 1986. — Les Mbara et leur langue (Tchad), Paris, Sela, 317 p.
- SILLANS (R.), 1958. — Les savanes de l'Afrique Centrale, *Encyclop. Biol.* LV, Ed. Lechevalier, Paris, 423 pages.
- TAWFIK (A. S.), UNIDO (D.), EL BONGO DONGUE (H.) (compilé par), 1978. — Plantes médicinales et toxiques de la Côte d'Ivoire, Haute-Volta et qui existent au Tchad. Labo. de Farcha, N'Djamena, 76 p.

## NOTES

1. Cet article est partiellement tiré d'une première parution « Stratégie de survie dans les économies de razzies (rôniers, *Ficus* et tubercules sauvages) » in *Annales de l'Université du Tchad*, juin 1979 : 1 à 37.

2. Les rhizomes de couleur sombre sont recueillis lors de l'assèchement des mares. Ils peuvent être consommés crus ou bouillis, mais ils sont le plus souvent partagés en morceaux et mis à sécher au soleil pendant trois à quatre jours avant d'être pilés pour être servis en « boules ».

Le réceptacle de la fleur est aussi consommable. Toutefois ce sont les graines qui font l'objet de cueillette systématique. Les Arabes Chowa du Tchad central et du Nord Cameroun les différencient, selon la couleur, en « dukhun » (« petit mil »), quand elles sont claires, et en « dura » (« sorgho rouge ») quand elles sont foncées. Dans les villages kotoko, gens de fleuve (bas Logone, Chari et Serbewel), les toits d'argamasse sont recouverts, au début de la saison sèche, soit des fruits de *Balanites*, soit de graines de Nymphéacées.

Leur exploitation est plus grande encore dans certaines régions comme les rives du lac Fitri... cf. CONTE É, et HAGENBUCHER-SACRIPANTI F. Habitation et vie quotidienne chez les Arabes de la rive sud du lac Tchad, p. 309, in *Cah. ORSTOM, Sér. Sci. Hum.*, Vol. XIV, n° 3, 1977.

3. Le bananier Ensat se retrouve en certains points de l'Adamawa et son utilisation est parfois très voisine de celle qui a cours chez les Kapsiki.

4. Les grandes sécheresses frappent toutes les productions végétales et celles qui sont l'objet d'une cueillette ne sont pas épargnées. Ce fut le cas des deux dernières sécheresses (73, 84) qui touchèrent les régions qui vont nous intéresser.

INFOTCHAD du 2 octobre 1984 n° 1061 signale que sur la latitude de N'Djamena, « même les feuilles de savonnier (*Balanites aegyptiaca*), qui étaient jusqu'alors le dernier recours nutritionnel de la région, se sont asséchées. »

Dans celui du 3 octobre 1984 n° 1062 : « Au Guera : la catastrophe est déjà là. Elle se traduit... par le spectacle saisissant des femmes qui creusent près de trois mètres dans les termitières pour chercher quelques hypothétiques réserves de mil. On compte encore sur le savonnier qui porte heureusement des feuilles et sur les cramcram (graminée sauvage) qui a poussé avec les dernières pluies. Si ces palliatifs trompent la faim, ils sont loin de nourrir... »

5. « Kwang » signifierait, selon les intéressés eux-mêmes, « les gens du bout, de l'extrémité », « ceux qui ne peuvent aller plus loin »...

6. « Récit d'un voyage effectué dans le Nord-Cameroun, 1902-1903 », 16 pages. H. DOMINIK, TA 26, Archives de Yaoundé.

7. G. SCHWEINFURTH signale cette utilisation au Soudan et rappelle que H. BARTH l'a notée pour le Baguirmi et les « Mousgou ». In *Au cœur de l'Afrique*, 1875, Tome 1 : 153.

8. « argue » : terme utilisé dans le Nord-Cameroun et au Tchad pour désigner des alcools de mauvaise qualité distillés dans des alambics rudimentaires.

9. Chez les Yambasa, au contact forêt Savane, une discipline agraire interdit encore de saigner le rônier. Il est même défendu de monter sur son tronc avec l'anneau d'écorce qui sert à « viner » le vin de palme des *Elaeis* et du cocotier nouvellement introduit. Seuls ses fruits sont consommés et son bois utilisé.

10. Cf. Les Mbara et leur langue (Tchad), CH. SEIGNOBOS, H. TOURNEUX et F. LAFARGE, 1986, SELAF.

11. G. BRUEL in *Le cercle du Moyen Logone*, Paris 1905 : 67. Le terme « massas » désigne, à l'époque, les riverains du Logone, y compris les Kabalay, les Kim... voisins des Tobanga et des Sumray.

12. Les parcs de *Ficus* sont actuellement en recul, par suite d'une désaffection de l'arbre, et beaucoup sont abattus.

13. « *Quand leur provision en grains est épuisée, ou quand la récolte n'est pas suffisante, les Bongos trouvent dans les tubercules de leurs plantes sauvages une ressource précieuse. Ils en vivent alors exclusivement pendant des jours et des jours, et en font la base de leur nourriture... La plupart sont d'une amertume excessive à moins qu'on ne les ait fait bouillir ou qu'en grillant sur la braise ils n'aient perdu une partie de leur acreté...* » G. SCHWEINFURTH, in op. cité p. 259, T1.

14. Parfois « tapioca blanc » alors que *Cochlospermum tinctorium* est appelé « tapioca rouge ». « Tapioca » ne s'applique pas, en revanche, au manioc.

15. « ... des pains de ngere (faits avec des tubercules sauvages très sucrés et pilés...) » étaient un tribut levé chez les Alwa par la Mbang de Bouso. V. PAQUES. Le roi pêcheur et le roi chasseur, 1977 p. 79.

16. En 1978, le pays marba, sur la rive gauche du Logone, subit une disette. L'inondation du Logone fut minime alors que le pays avait exagérément augmenté ses emblavures en riz et qu'il en avait même fait sa culture de base.

À la mi-avril, dans tous les villages les femmes pilaient *Cochlospermum tinctorium* et l'on voyait dans chaque concession des tas de déchets jaune safran près des mortiers. Le pays marba, trop déboisé, aux zones exondées réduites, ne porte que peu de tubercules, mais il recèle en abondance *Cochlospermum*. Les Marba entamèrent alors très précocement la consommation de ces racines, afin de mieux la répartir avec celle du mil, des éléusines et du riz des fonds de greniers.

17. R. SCHNELL. Plantes alimentaires et vie agricole de l'Afrique Noire, 1957 : 30.

18. Nous relevons un témoignage parmi les enquêtes budget-alimentation (Diamaré, Nord-Cameroun) en 1938. Enquête n° 1 C, 5 pages dactyl., par le moniteur Oumara Bouba (Maroua) : « *Pendant les habitants de la brousse, les femmes surtout, vont à la recherche de plantes vénéneuses.*

*Ce sont des « ngourazé », « zoubazé », « kékéré »\*, « djadjidje » « coumcoumzé », ces deux derniers sont des fruits et les autres des tubercules. Tous ces produits sont vraiment vénéneux. Après de tant de peines d'application de leur préparation, ils deviennent mangeables. Quand même, ils réussissent quelquefois d'empoisonner les consommateurs. Le « ngouradjé », le « djadjidjé » et le « coumcoumjé » sont cuits longuement dans une canari pleine d'eau. Au fur et à mesure qu'ils bouillissent, l'écume vénéneuse se forme à la surface de l'eau et on en recueille avec une calebasse pourvue d'une poignée. Lorsque l'eau est complètement évaporée, on en complète jusqu'à ce qu'on ne verra plus l'écume vénéneuse monter au-dessus de ces aliments à la surface de l'eau. Et après on les laisse complètement refroidir avant de les consommer. On les mange souvent fade et sans sauce avec la main. Le « kékéré » et le « zoubazé » subissent premièrement la même préparation. Puis sont pelés, découpés en petits morceaux plats et sont allés placés soigneusement dans l'eau courante pendant trois jours, puis mangés fade sans sauce. » \* termes fulfulde : « nguraje » (*Anchomanes difformis*), « jubaje » (*Dioscorea dumetorum*), « kekere » (*Amorphophallus aphyllus*).*

19. Les FAN, Forces Armées Nationales (gouvernementaux) et les KODOS, dissidents.

20. Le 23 août 1984, le Secrétaire d'État tchadien à la Lutte contre les Calamités Naturelles faisait état de nombreuses victimes intoxiquées par la consommation de « tubercules, de feuilles ou de racines toxiques ».

Des quotidiens en France même s'en firent l'écho sous la plume de P. HASKI dans *Libération* en date du 4 octobre 1984, p. 31 : « *Les « Sudistes » ont voulu manger des tubercules ou des plantes dont l'usage n'est plus connu des jeunes. Certaines d'entre elles étaient utilisées autrefois — et même aujourd'hui — pour des meurtres rituels et les empoisonnements ont été légion.*

Les circulaires missionnaires furent plus précises, avançant des chiffres pour le mois d'août 84, par exemple, dans le seul canton de Dagara, soixante-deux personnes sont mortes intoxiquées et présentant toutes d'énormes œdèmes aux jambes.

21. Les Duru de la plaine de la Haute Bénoué désignent *Tacca involucreta*, appelé « sii », comme « leur nourriture » car ils en font une grosse consommation. Il est systématiquement préservé sur les champs. On voit sortir les tiges de « tacca » avec des densités remarquables après la préparation des champs et ce jusque sur les billons d'igname.

22. Il s'agissait de pratiques plus répandues qu'il n'y paraît. Chez les Mafa, par exemple, les vieux adultes continuent à mettre en terre des tubercules d'*Amorphophallus* au pied de dalles rocheuses inclinées, dans des endroits humides, à proximité des habitations.





# Risques liés aux variations de la valeur nutritionnelle des aliments : le cas des tubercules cultivés au Cameroun

Serge TRECHE \*

## 1. INTRODUCTION

Il y a une quinzaine d'années, des agronomes ont collecté sur l'ensemble du territoire camerounais une centaine de variétés cultivées appartenant à huit espèces différentes d'ignames ; pour les espèces les plus importantes, ils ont sélectionné, exclusivement sur des critères agronomiques, des « variétés élites » qu'ils se sont efforcés de multiplier et de vulgariser.

Pour le complexe *Dioscorea Cayenensis* — *Dioscorea rotundata*, ils ont retenu plusieurs variétés produisant en moyenne entre 20 et 25 tonnes de tubercules par hectare. Les déterminations de composition chimique réalisées par la suite (TRECHE et GUION, 1979a ; AGBOR EGBE et TRECHE, 1983) ont révélé que la teneur en eau des tubercules de l'une de ces variétés, « Ex Batibo », s'élevait à 75 % alors que celles des autres variétés ne dépassaient pas 65 %.

Les agriculteurs qui, suivant les conseils des vulgarisateurs, se sont mis à cultiver « Ex Batibo », produisent donc sur une même superficie, avec les mêmes techniques culturales et pour le même travail, 30 % d'énergie métabolisable de moins que ceux qui ont adoptés l'une des autres « variétés élites ».

La culture de la pomme de terre ayant commencé à se répandre sur les hauts plateaux de l'Ouest Cameroun, une étude de l'influence du lieu de culture sur la composition chimique de 17 variétés de pomme de terre a été réalisée (TRECHE et AGBOR EGBE, 1985). Elle a mis en évidence, des différences significatives de teneurs en matière sèche, protéines brutes, amidon, calcium, phosphore, et de contenu énergétique entre des lots de tubercules de poids et l'aspect comparables mais cultivés dans des stations agronomiques d'altitude différente (Tabl. I).

Ainsi, pour une même quantité de tubercules achetée, un consommateur dispose en moyenne de près de 30 % de matière sèche et d'énergie utile en plus si les pommes de terre proviennent de Babungo ou Bambui ; par contre, pour une même quantité de tubercules ingérée, l'apport en calcium, élément minéral

---

\* Nutritionniste ORSTOM, B.P. 181, Brazzaville, Congo.

souvent limitant dans les régimes à base de tubercules, est inférieur d'environ 35 % avec les pommes de terre cultivées à Bambui.

TABLEAU I

Influence du lieu de culture sur la composition chimique de la pomme de terre (moyennes obtenues sur 17 variétés; celles affectées d'aucune lettre commune sont significativement différentes au niveau 5 %)

Stations (altitude)	Befang (700 m)	Babungo (1200 m)	Bambui (1600 m)
Poids moyen d'un tubercule en g.	62,6	70,6	73,9
Teneur en matière sèche	(1) 15,4 a (2) (100)	19,6 b (127)	19,9 b (129)
Teneur en protéines brutes	(1) 1,92 a (2) (100)	2,04 b (106)	1,84 a (96)
Teneur en calcium	(1) 0,055 a (2) (100)	0,052 a (95)	0,035 b (64)
Contenu en énergie	(3) 57,1 a (2) (100)	73,7 b (129)	76,0 b (133)

(1) en g. pour 100 g. de matière brute comestible.

(2) en % de la valeur obtenue dans la station d'altitude la plus basse.

(3) en kilocalories pour 100 g. de matière brute comestible.

Ces deux exemples illustrent l'importance des effets de certaines pratiques culturelles sur la valeur nutritionnelle des aliments et les conséquences possibles au niveau des producteurs et des consommateurs. Dans la suite de ce chapitre, on propose de préciser, à partir de données bibliographiques essentiellement relatives à la pomme de terre et de résultats expérimentaux principalement obtenus sur les ignames au Cameroun, l'importance et les causes des variations de la valeur nutritionnelle des tubercules liées aux pratiques culturelles. On cherchera ensuite à définir les risques liés à ces variations et à proposer les mesures susceptibles d'en atténuer les effets. Auparavant, le sens donné à quelques termes sera précisé.

## 2. QUELQUES PRÉCISIONS SUR LES TERMES EMPLOYÉS

Le mot *aliment* est couramment utilisé pour désigner des productions végétales ou animales dont la définition botanique ou zoologique est plus ou moins précise : on parle d'aliment aussi bien à propos des tubercules en général, que des tubercules d'igname, que des tubercules du cultivar « Jakiri » de l'espèce d'igname *D. dumetorum*; plus la place de ces tubercules est imprécise dans la systématique botanique, plus la variabilité d'ordre génétique sur leurs caractéristiques nutritionnelles est importante.

Par ailleurs, pour une production bien définie dans la systématique botanique ou zoologique, le mot aliment est employé pour désigner aussi bien une substance en cours d'ingestion (Ex : l'aliment que je mange est de l'igname) qu'une entité encore inexistante (Ex : je vais cultiver de l'igname car c'est un bon aliment). Entre le moment où sa production est décidée et celui où il est ingéré, l'aliment subit un grand nombre de processus, naturels ou imposés par l'homme, susceptibles de modifier ses caractéristiques.

L'aliment pris dans son sens le plus général est donc soumis à deux types de facteurs de variation : ceux d'ordre génétique et ceux d'ordres environnemental et technologique.

Le terme *valeur nutritionnelle* (VN) sera utilisé pour désigner tout ou partie

des caractéristiques d'un aliment donné susceptibles d'influer sur la satisfaction des besoins de l'organisme auquel il est destiné ; un aliment n'a pas la même VN pour un ruminant que pour un homme, pour un enfant que pour un adulte, pour un homme sain que pour un homme souffrant de certains troubles métaboliques. On se référera ici à un individu standard, défini comme un homme jeune en bonne santé.

La VN d'un aliment prêt à être consommé est caractérisée par sa non toxicité, son acceptabilité, sa composition chimique et la disponibilité de ses nutriments.

Pour un aliment d'origine végétale pris à un stade intermédiaire entre la décision de mise en culture et sa présentation au consommateur, les propriétés physico-chimiques de certains de ses composants constituent également un élément important de sa VN ; dans ce cas il s'agit, en fait, d'une VN potentielle puisque les phases ultérieures de l'élaboration de l'aliment (cycle cultural, stockage, transformation industrielle éventuelle, manutention au cours du circuit de commercialisation, préparation culinaire) sont susceptibles d'influer sur sa VN finale.

Lorsqu'ils dépendent de certaines caractéristiques des aliments, les rendements de certaines transformations technologiques ou culinaires (épluchage, décorticage, lavage, cuisson...) peuvent aussi être considérés comme des composantes de leur VN puisqu'ils déterminent les pertes en matière brute ou en certains nutriments.

Précisons, toutefois, que tous les scientifiques concernés ne donnent pas un sens aussi étendu à la notion de VN des aliments selon qu'ils limitent leur domaine d'investigation à l'interface agriculture-aliment, aux relations socio-culturelles entre l'homme et l'aliment, à la technologie alimentaire ou aux relations aliment-santé : pour ces derniers, le mot aliment désigne un produit prêt à être consommé qui, de ce fait, n'est plus soumis à aucun facteur de variation et dont la VN ne dépend que de son contenu en énergie métabolisable et nutriments disponibles.

La *toxicité* d'un aliment est liée soit à l'action de substances chimiques présentes dans l'aliment par déterminisme génétique ou par suite de réactions, sous l'influence de certains traitements, entre des substances individuellement neutres, soit au développement d'organismes pathogènes lorsque l'aliment est conservé ou préparé dans des conditions défavorables.

On peut distinguer une toxicité aiguë responsable de trouble graves, parfois mortels, qui surviennent après une ingestion unique d'aliment et une toxicité chronique qui se manifeste lorsque, à la suite de consommations répétées, la somme des effets dépasse un certain seuil.

L'*acceptabilité* est difficile à définir car, plus que les autres composantes de la VN elle dépend de l'organisme auquel est destiné l'aliment : chez l'homme, il est même difficile de définir un individu moyen, car s'il existe des goûts et coutumes alimentaires communs à des groupes d'individus partageant les mêmes valeurs socio-culturelles, on peut mettre en évidence, à l'intérieur même des ces groupes, une importante variabilité individuelle.

Les caractéristiques de l'aliment qui influent sur son acceptabilité sont le plus souvent réunies sous le terme de qualités organoleptiques et concernent quatre des cinq sens de l'homme : la vue (aspect, forme, couleur...), le toucher (la texture, la consistance dans la bouche...), l'odeur et le goût.

De plus l'acceptabilité peut être influencée chez l'homme par des expériences antérieures de consommation de l'aliment (lourdeur d'estomac, flatulence, troubles intestinaux...).

La détermination de la *composition chimique* d'un aliment permet de

connaître les teneurs en différents nutriments (glucides, lipides, protéines, éléments minéraux et vitamines) et, éventuellement, en substances qui ne sont pas absorbées mais qui peuvent influencer sur la physiologie digestive (fibres, antinutriments).

La teneur en eau est le principal facteur de variation de la densité énergétique et de la densité en nutriments des tubercules. Elle détermine, en fonction des particularités anatomiques et physiologiques du tube digestif des consommateurs, les limites des quantités pouvant être ingérées.

La *disponibilité* des nutriments, c'est-à-dire leur aptitude à être absorbés et métabolisés, dépend principalement des combinaisons chimiques dans lesquelles ces nutriments sont engagés, de certains équilibres et interrelations entre eux et de la présence de substances, généralement désignées sous le terme d'*antinutriments*, qui peuvent perturber leur utilisation digestive et métabolique.

La qualité d'une protéine dépend de la digestibilité de l'azote contenu (rapport : N absorbé/N ingéré) et de sa valeur biologique (rapport : N retenu/N absorbé); souvent, elle est estimée par son indice chimique obtenu en calculant le déficit de chacun de ses acides aminés essentiels par rapport à l'acide aminé correspondant d'une protéine de référence et en retenant la valeur obtenue pour celui présentant le plus grand déficit.

Des particularités physiologiques du consommateur peuvent également influencer sur l'utilisation digestive et métabolique d'un nutriment : on parle alors de *biodisponibilité* des nutriments.

Les *propriétés physico-chimiques* que l'on peut considérer comme des éléments importants de la VN des aliments sont, d'une part, les propriétés fonctionnelles qui influent sur leur acceptabilité en modifiant la texture et, d'autre part, les caractéristiques qui déterminent la sensibilité de leurs composants à certains agents chimiques ou physiques.

Les composants des aliments dont les propriétés physico-chimiques jouent les rôles les plus importants sont l'amidon et les protéines, mais certains composants dont les teneurs dans l'aliment sont relativement faibles peuvent avoir un rôle déterminant (substances pectiques, lipides, antioxydants et émulsifiants naturels).

Dans les tubercules, le composant le plus abondant est l'amidon (60 à 90 % de la matière sèche). Les caractéristiques de la structure des grains d'amidon (taille, forme, type d'organisation cristalline...) et des macromolécules constitutives (rapport amylose/amylopectine, taux de ramification de l'amylopectine...) déterminent la plupart des propriétés physico-chimiques qui conditionnent l'acceptabilité (gonflement, solubilité et viscosité dans l'eau en fonction de la température) et l'utilisation digestive (sensibilité aux alpha-amylases).

### 3. INFLUENCE DES PRATIQUES CULTURALES SUR LA VALEUR NUTRITIONNELLE DES TUBERCULES

Parmi les facteurs de variation intervenant au cours des différentes phases de la culture des tubercules et susceptibles d'influer sur leur VN, on peut distinguer les événements qui échappent à la volonté humaine, principalement d'ordre climatique, et les pratiques culturelles choisies par l'homme.

Les phénomènes à caractère aléatoire ont vraisemblablement une influence notable sur la VN des aliments : des études ont montré que l'année de culture influait sur la composition chimique, sur la taille des grains et la viscosité de l'amidon et sur le délitement après cuisson de la pomme de terre (HUGUES,

1974). Dans le cas de perturbation importantes des conditions climatiques (sécheresse, inondation, températures extrêmes), les effets sont mal connus mais on peut estimer que leur importance relative en regard des autres modifications subies par la plante, en particulier les pertes de rendement, sont probablement faibles. Nous nous limiterons donc à examiner l'influence des pratiques culturales pouvant éventuellement être changées.

### 3.1. Choix du genre, de l'espèce et de la variété mis en culture

#### 3.1.1. CHOIX DU GENRE (type de tubercules)

Parmi les tubercules et racines couramment cultivés et consommés au Cameroun, on peut citer le manioc (*Manihot utilissima*), les taros (*Colocasia esculenta*) et macabos (*Xanthosoma* spp), les ignames (*Dioscorea* spp), la patate douce (*Ipomea batatas*) et la pomme de terre (*Solanum tuberosum*) auxquels on a coutume d'associer la banane plantain (*Musa paradisiaca*) en raison des similitudes observées dans les modes de consommation.

Les différences d'exigences culturales, d'aptitude à la conservation, et de technologies nécessaires à leur préparation sont généralement bien connues des producteurs et des consommateurs ; par contre les différences de VN potentielle des divers types de tubercules sont moins bien perçues. Le tableau II, qui donne une estimation de la production annuelle camerounaise et des rendements estimés et potentiels en Afrique, met en évidence l'importance de ces différences en ce qui concerne les teneurs en matière sèche et en protéines brutes, le contenu énergétique et l'indice chimique des protéines.

TABLEAU II  
Principales caractéristiques des productions considérées

Type de production	Production annuelle moyenne au Cameroun (milliers t)	Rendements moyens en Afrique (t/ha)	Rendements maxima observés dans le monde (t/ha)	Matière sèche g/100 g M. brute	Protéines brutes g/100 g M. brute	Energie métabolisable Kcal/100g M. brute	Indice chimique des protéines
Plantain	2 400	3,7	75	34,6	1,2	135	67
Taro	} 800	} 4,8	129	26,9	1,8	102	73
Macabo			36	35,6	2,2	137	58
Manioc	630	6,6	100	38,0	1,2	149	42
Ignames	420	10,0	60	27,1	2,4	111	58 à 85
Patate douce	68	6,1	43	31,2	1,6	121	76
Pomme de terre	26	6,4	34	22,3	1,7	82	-

Sources : BUSSON (1965) ; FAO (1968) ; FLACH (1979) ; Ministère de l'agriculture du Cameroun (1983) ; WESTPHAL (1985).

#### 3.1.2. CHOIX DES ESPÈCES ET DES VARIÉTÉS AU SEIN D'UN MÊME TYPE DE TUBERCULES

Les différences de VN entre les différentes espèces botaniques d'un même type de production végétale ou entre les différentes variétés d'une même espèce sont considérables ; elles sont rarement prises en considération compte tenu du fait que les données rassemblées dans les tables de composition des aliments sont, le plus souvent, des moyennes établies par type de production ou par espèce.

En ce qui concerne la toxicité, de nombreuses études ont mis en évidence la variabilité d'origine génétique des teneurs en glucosides cyanogénétiques chez le manioc, en raphides (cristaux d'oxalate de calcium) chez les taros et macabos et en alcaloïdes chez les ignames et la pomme de terre.

Le choix des espèces et des variétés est également déterminant pour l'acceptabilité puisque la couleur de la chair, la tendance à l'oxydation, la texture et les teneurs en substances volatiles qui déterminent la saveur sont des caractères hautement héréditaires (HOWARD, 1974). Par ailleurs, l'origine botanique des tubercules détermine leur aptitude à la conservation et conditionne de ce fait leur acceptabilité après stockage : alors que l'on reconnaît généralement aux ignames une assez bonne aptitude au stockage, les variétés de l'espèce *D. dumetorum* ont, peu après la récolte, une VN nulle pour la consommation à l'état frais en raison de la survenue du phénomène de durcissement (TRECHE et DELPEUCH, 1982).

La variabilité d'ordre génétique de la composition chimique est considérable. Les analyses effectuées au Cameroun sur une centaine de variétés appartenant à huit espèces différentes d'ignames (AGBOR EGBE et TRECHE, 1983) ont montré l'existence d'une variabilité intraspécifique souvent aussi importante que la variabilité interspécifique (tabl. III).

TABLEAU III

Comparaison des teneurs moyennes et des coefficients de variation pour quelques éléments importants de la valeur nutritionnelle de 8 espèces d'ignames cultivées au Cameroun (les moyennes affectées d'aucune lettre commune sont significativement différentes au niveau 5 %)

Espèce	Nombre de variétés analysées	Matière sèche g/100g MB	Energie métabolisable Kcal/100g MB	Amidon g/100g MS	Protéines brutes g/100g MS	Calcium g/100g MS
<i>D. alata</i>	23	24,4 a (22)	93,1 a (23)	73,4 abc (9)	8,27 df (38)	24,1 b (40)
<i>D. bulbifera</i>	11	28,8 b (11)	110,2 b (11)	72,9 b (3)	6,29 bc (18)	23,2 b (11)
<i>D. cayenensis</i>	18	32,8 cd (11)	126,8 cd (11)	80,0 d (4)	6,09 ab (23)	14,5 a (37)
<i>D. dumetorum</i>	23	23,2 a (11)	88,3 a (11)	70,5 a (5)	9,64 f (15)	41,8 c (36)
<i>D. esculenta</i>	6	29,6 bc (9)	115,2 bc (10)	70,4 ab (4)	5,16 a (19)	25,2 b (18)
<i>D. rotundata</i>	9	33,4 d (12)	129,0 d (13)	80,2 d (3)	6,94 be (24)	17,7 a (47)
<i>D. schimperiana</i>	6	23,0 a (9)	88,0 a (9)	71,1 ab (11)	7,66 cde (18)	44,8 bc (61)
<i>D. Liebrechtsiana</i>	2	36,1 d	142,8 d	80,4 cd	3,17 g	23,0 a
Moyenne des variétés	98	27,3 (21)	105,4 (21)	74,3 (8)	7,61 (33)	27,1 (53)
Moyenne des valeurs par espèce		28,9 (17)	111,6 (18)	74,9 (6)	6,63 (30)	26,8 (40)

MB : matière brute - MS : matière sèche

Pour la pomme de terre, dans les essais multiloaux et intervariétaux réalisés au Cameroun (TRECHE et AGBOR EGBE, 1985), des différences de teneurs en matière sèche, calcium et amidon ont pu être mises en évidence entre certaines des dix-sept variétés étudiées mais la variabilité est moins importante que chez les ignames probablement en raison d'une sélection plus rigoureuse des variétés.

Les propriétés physico-chimiques des amidons extraits de différentes espèces d'ignames, en particulier le gonflement, la solubilité et la viscosité en fonction de la température et la sensibilité à l'action des enzymes et de certains agents chimiques, varient de manière importante en liaison avec des différences de structure des grains d'amidon et des macromolécules constitutives qui sont sous étroit déterminisme génétique (RASPER et COURSEY, 1967 ; DELPEUCH *et al.*, 1978 ; 1980 ; TRECHE et GUION, 1979b).

Ces propriétés déterminent les types de préparations possibles et les technologies culinaires applicables aux tubercules : le manioc, la patate douce, le taro et l'igname *D. dumetorum* ont, à l'inverse de la pomme de terre, des autres espèces d'ignames et du macabo, des amidons susceptibles d'être entièrement digérés sans cuisson ; parmi les différentes espèces d'ignames, les variétés du complexe *D. cayenensis* — *D. rotundata* sont réputées pour donner des fofous ayant une bonne texture alors que celles de *D. dumetorum*, de *D. esculenta* et la plupart des variétés de *D. alata* sont impropres à ce type de préparation fort prisé des consommateurs africains.

Chez les ignames, il existe une variabilité interspécifique importante de la composition en acides aminés et de l'indice chimique des protéines (BUSSON, 1965 ; TRECHE, 1983) et, corrélativement, de la valeur biologique des protéines.

Des études *in vivo* réalisées avec des régimes contenant des farines préparées à partir de tubercules de deux espèces différentes d'ignames démontrent l'importance de l'origine botanique des tubercules sur leur utilisation digestive et métabolique (tabl. IV). Les différences de digestibilité de l'amidon liées aux propriétés physico-chimiques déjà mentionnées ont tendance à se réduire lorsque les tubercules sont cuits, mais les effets sur l'utilisation de l'azote contenu dans des régimes dont la composition en acides aminés essentiels a pourtant été ajustée aux besoins par addition d'acides

TABLEAU IV

Comparaison de l'utilisation digestive et métabolique de farines préparées à partir de *D. dumetorum* (D. d) et *D. rotundata* (D. r)

Sources	SZYLIT et al. (1977)	TRECHE et GUION (1979b)	TRECHE, 1988		TRECHE, 1988		
Sujets d'expérience	Poulets en croissance	coqs	rats en croissance		enfants (6 ans)		
Caractéristiques des régimes	granulés, isoazotés, équilibrés en a.a.	granulés, isoazotés, isocaloriques	semi-liquides, isoazotés, isocaloriques, isocellulose, équilibrés en a.a.		farines ingérées sous forme de bouillies et de fofou		
Traitements technologiques appliqués aux ignames	séchage, mouture	séchage, mouture	séchage, mouture	cuisson, à l'eau, séchage, mouture	cuisson à l'eau, séchage, mouture, cuisson de reconstitution		
C.E.P. (1)	D.d D.r	2,71 1,08	- -	3,01 2,12	3,87 3,18	3,65 3,27	- -
C.U.D. amidon (2)	D.d D.r	97,2 68,6	99,6 82,4	99,7 42,8	97,6 93,9	97,8 95,2	99,8 99,4
C.R. azote (3)	D.d D.r	50,2 29,5	39,4 28,5	53,3 39,0	64,7 51,3	63,1 59,9	29,6 20,6

(1) Coefficient d'efficacité protidique (gain de poids/ingéré protidique).  
 (2) Coefficient d'utilisation digestive (en pour cent).  
 (3) Coefficient d'utilisation pratique (N retenu x 100/N ingéré).

aminés de synthèse dans la plupart des essais, subsistent quels que soient les sujets d'expérience et les procédés technologiques utilisés pour la préparation des farines. Cette différence de biodisponibilité de l'azote peut résulter, soit de l'existence d'activités antinutritionnelles que, toutefois, nous n'avons pas pu mettre en évidence, soit d'interactions avec d'autres composants des tubercules ; il est probable que, dans le cas présent, les écarts observés soient liés à des différences dans les modalités des interactions entre glucides et protides au cours de leur digestion et de leur métabolisme.

### 3.2. Choix du lieu de culture

Selon des études réalisées en zone tempérée sur la pomme de terre, la structure des amidons (en particulier la taille des grains), leurs propriétés physico-chimiques (T° de gélatinisation, viscosité) et, par conséquent, les caractéristiques texturales et l'acceptabilité pourraient varier de façon notable avec le lieu de culture (HOWARD, 1974 ; FAULKS et GRIFFITHS, 1983). L'influence des conditions édapho-climatiques liées à l'altitude des lieux de culture sur la composition chimique de la pomme de terre ressort des résultats du tabl. I.

Pour les tubercules tropicaux, il a été notamment établi que le lieu de culture influait sur les teneurs en amidon et en glucose des racines de manioc ainsi que sur leur teneur en glucoside cyanogénétique.

### 3.3. Choix des techniques culturales

#### 3.3.1. PRÉPARATION DU SOL ET DES SEMENCES, PLANTATION ET TUTEURAGE

Bien que peu d'études aient été consacrées à l'influence des techniques culturales, autres que la fertilisation sur la VN des tubercules, plusieurs effets ont été mis en évidence : la profondeur du labour influe sur la teneur en acide cyanhydrique des racines de manioc ; la densité de plantation des semences de pomme de terre, en faisant varier le calibre des tubercules récoltés, modifie leurs teneurs en azote, phosphore et potassium ; l'irradiation et la prégermination des semences de pomme de terre provoquent dans les tubercules récoltés, respectivement, une augmentation des teneurs en sucres réducteurs et une variation de la teneur en amidon ; la culture en mélange de variétés de pomme de terre de précocité différente influe sur leur teneur en matière sèche.

Au Cameroun, pour l'igname *D. dumetorum*, des essais ont montré que les tubercules provenant de plantes tuteurées ont des teneurs en matière sèche et en amidon légèrement supérieures à celles des tubercules des plantes cultivées sans tuteurs, mais que l'âge physiologique et la grosseur des semences semblaient sans effet sur la composition chimique des tubercules fils (TRECHE et AGBOR EGBE, 1986).

#### 3.3.2. FERTILISATION

La plupart des résultats disponibles concernant l'influence de la fertilisation sur la VN des tubercules ont été obtenus sur la pomme de terre ; ils ne peuvent pas être généralisés de façon systématique à tous les tubercules tropicaux mais ils permettent de formuler des hypothèses qui, le plus souvent, restent à vérifier.



La fertilisation azotée peut entraîner une diminution des teneurs en matière sèche et en amidon et une augmentation de la teneur en azote total et en vitamine C des tubercules ; elle pourrait modifier la composition de la fraction azotée en provoquant une augmentation des proportions d'acides aminés libres et d'acides aminés non essentiels qui serait indirectement responsable d'une diminution de l'indice chimique des protéines (PION *et al.*, 1971). Des augmentations de teneur en vitamine C ont été observées consécutivement à des apports d'engrais phosphaté ; les apports de potassium pourraient en augmenter ou diminuer la teneur selon que l'épandage se fait sous forme de sulfate ou de chlorure (FAO, 1970).

La fertilisation influencerait sur les propriétés physico-chimiques des amidons en faisant varier le rapport amylose/amylopectine et la taille des grains.

Pour la pomme de terre, l'apport de magnésium diminue significativement la tendance à la décoloration du parenchyme cortical et les teneurs en composés phénoliques ; par contre, la fertilisation azotée provoque une augmentation des composés phénoliques et du brunissement enzymatique ; les apports d'azote et de potassium ont une action sur le délitement, la farinosité, la tendreté, la couleur et la décoloration des tubercules après cuisson.

Des tests *in vitro* ont mis en évidence que la fertilisation azotée pouvait être à la fois responsable d'une augmentation de la digestibilité et d'une diminution de la valeur biologique des protéines des tubercules.

En ce qui concerne les tubercules tropicaux, il a été constaté, chez la patate douce, que la fumure azotée était responsable d'une augmentation des teneurs en matière sèche, protéines et caroténoïdes (précurseurs de la vitamine A) et d'une diminution de la teneur en fibres ; la fumure potassique diminue la teneur en matière sèche et un apport combiné de phosphore et de potassium réduit la teneur en protéines.

Par ailleurs, la fertilisation azotée serait un facteur de variation de la teneur en acide cyanhydrique des racines de manioc.

Au Cameroun, dans un premier essai effectué sur l'igname *D. rotundata* (TRECHE et GUION, 1983), il a été observé que la fumure azotée pouvait provoquer une diminution significative des teneurs en matière sèche et en amidon et une augmentation des teneurs en protéines brutes et en calcium exprimées par rapport à la matière sèche. Dans une seconde série d'essais (TRECHE, 1988) effectués avec *D. dumetorum* et *D. rotundata* et au cours desquels étaient combinés trois niveaux d'apports d'azote et de potassium, aucun effet significatif, sauf un effet dépressif du potassium sur la teneur en matière sèche des tubercules de *D. dumetorum*, n'a pu être mis en évidence.

Les résultats des essais de fertilisation sont, en fait, largement influencés par la nature des sols sur lesquels ils sont menés et ne sont pas toujours répétables. Il n'en reste pas moins que, dans certaines conditions qu'il faudrait s'attacher à définir, l'épandage d'engrais est susceptible de modifier notablement la VN des tubercules.

### 3.4. Choix du stade de maturité à la récolte

Concernant l'influence sur les substances toxiques, plusieurs travaux ont montré que la teneur en acide cyanhydrique des racines de manioc diminuait fortement avec l'âge de la plante.

La maturité de la plante à la récolte influe sur l'acceptabilité des tubercules fraîchement récoltés en faisant varier les teneurs en saccharose responsable du goût sucré et celles en sucres réducteurs susceptibles d'interférer avec d'autres substances à l'occasion de certains traitements technologiques ; elle modifie

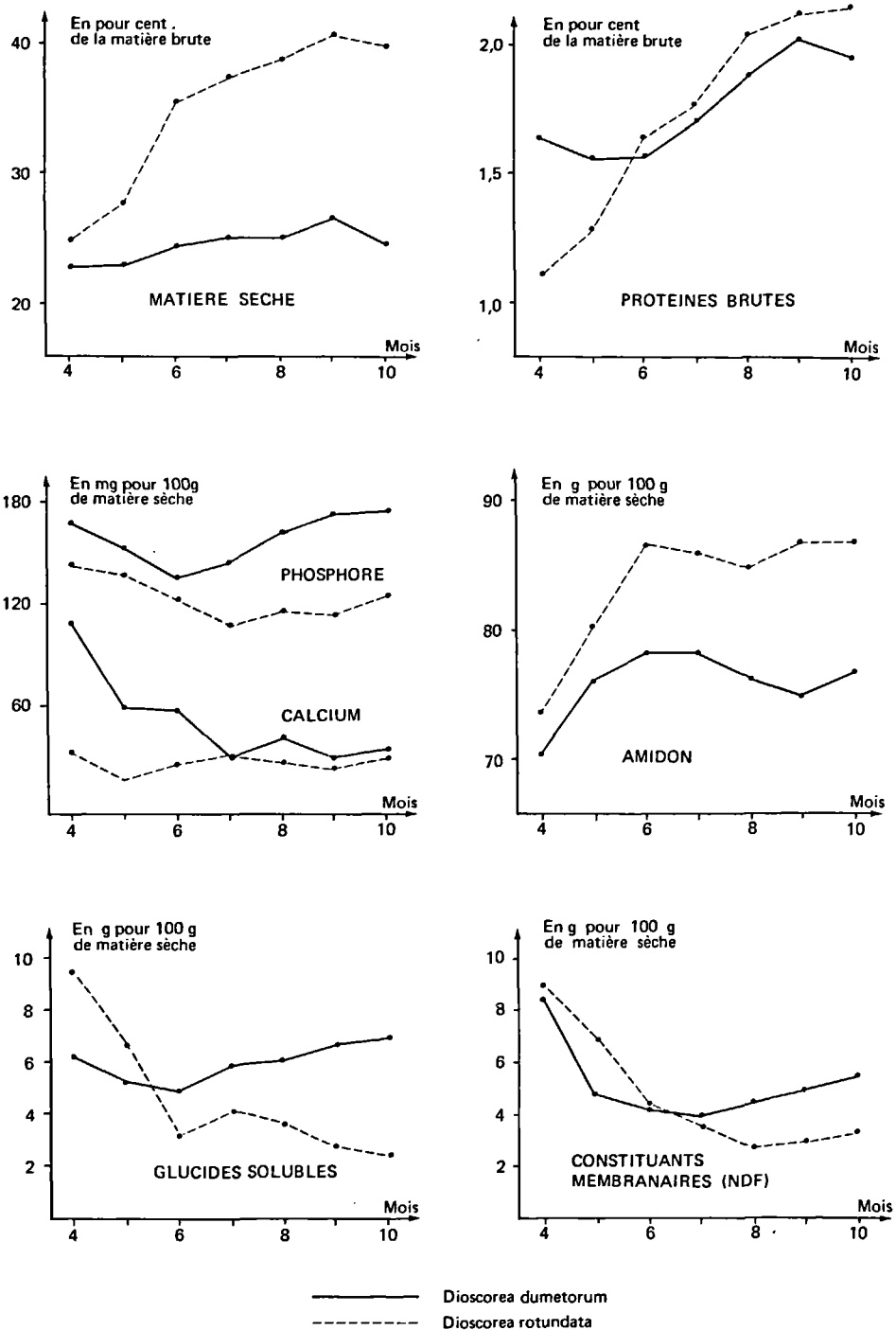


FIG. 1. — Évolution de la composition chimique des tubercules de deux espèces d'ignames en fonction de la longueur du cycle végétatif (exprimée en mois entre le stade de 50 % de levée et la récolte)

l'acceptabilité des tubercules stockés en influant principalement sur leur vitesse de déshydratation et leur intensité respiratoire.

L'influence du stade de maturité à la récolte sur la composition en nutriments, illustrée par les résultats obtenus sur deux espèces d'ignames au Cameroun (fig. 1 ; TRECHE *et al.*, 1982 ; TRECHE, 1983), est sensiblement la même pour tous les tubercules et racines envisagés : pendant la période de croissance des organes de réserve, il y a augmentation des teneurs en matière sèche, en amidon et en protéines brutes lorsqu'elles sont exprimées par rapport à la matière brute et diminution des teneurs en glucides membranaires, glucides solubles et en certains éléments minéraux exprimées par rapport à la matière sèche ; néanmoins, les courbes d'évolution ont tendance à s'infléchir ou s'inverser dès que la plante approche de sa maturité : les pratiques qui consistent à laisser dans le sol après maturité les tubercules des espèces qui ne se conservent pas (manioc, igname *D. dumetorum*) et qui permettent ainsi d'étaler leur période de consommation, s'accompagnent, en fait, de pertes notables de rendements en énergie et nutriments par rapport aux récoltes effectuées aux stades optimaux (TRECHE et GUION, 1979a). La date de récolte doit donc être soigneusement choisie en fonction des objectifs recherchés.

Sur les même espèces d'igname, on constate, lorsqu'on se rapproche du stade de maturité (tabl. V ; TRECHE, 1988) une augmentation importante du gonflement à 75 et 95 °C pour les deux espèces et de la taille des grains d'amidon pour *D. rotundata* ; les caractéristiques des courbes d'alpha-amylolyse évoluent également mais d'une manière plus complexe. Compte tenu de l'importance des variations observées, en particulier pour le gonflement, on peut s'attendre à des différences de comportement très marquées lors de l'application de certains procédés culinaires ou de traitements technologiques plus élaborés.

TABLEAU V

Influence du stade de maturité à la récolte des tubercules d'ignames sur quelques caractéristiques et propriétés physico-chimiques de leur amidon

	Durée du cycle végétatif en mois	Longueur du grand axe des grains en micron	Gonflement en g d'eau fixée pour 1g d'amidon		Caractéristiques des courbes d'alpha-amylolyse	
			75 °C	95 °C	V <sub>i</sub> (1)	V <sub>f</sub> (2)
<i>Dioscorea rotundata</i>	4	35,5	10,4	19,1	1,35	0,30
	5	38,2	12,0	24,1	1,30	0,23
	6	40,7	14,9	25,2	1,27	0,19
	7	47,5	19,2	36,1	1,56	0,17
	8	48,2	20,3	37,5	1,43	0,11
	9	48,4	23,8	37,3	1,44	0,15
10	45,3	25,0	34,5	1,46	0,14	
<i>Dioscorea dumetorum</i>	4	-	6,1	26,2	2,90	2,05
	5	-	9,5	28,0	2,81	2,30
	6	-	11,1	30,5	2,58	2,33
	7	-	12,7	34,9	2,37	3,17
	8	-	14,7	39,5	2,54	3,06
	9	-	18,6	38,8	2,56	2,93
10	-	18,7	39,1	3,08	2,54	

(1) Vitesse initiale en pour cent d'amidon dégradé après 5 minutes.

(2) Vitesse finale en pour cent d'amidon dégradé en une heure pendant la phase linéaire de la courbe.

L'indice chimique des protéines varie de 75 à 91 pour *D. dumetorum* et de 77 à 97 pour *D. rotundata* quand les récoltes s'échelonnent entre le cinquième et le dixième mois après la levée (TRECHE, 1983). Par contre, il n'y a pas, chez le rat en croissance, de différence de digestibilité ou de valeur biologique des protéines entre des régimes isoazotés, isocaloriques, équilibrés en acides aminés lorsqu'ils sont préparés à partir de tubercules de *D. dumetorum* récoltés, pour l'un, immatures et, pour l'autre, à maturité (TRECHE, 1988).

#### 4. NATURE ET INTENSITÉ DES RISQUES LIÉS AUX VARIATIONS DE LA VALEUR NUTRITIONNELLE DES ALIMENTS

Bien que les mécanismes par lesquels les pratiques culturelles influent sur la VN des aliments ne soient pas tous parfaitement connus, leurs effets sont, pour ceux qui s'en préoccupent, le plus souvent prévisibles. Dès lors, le caractère aléatoire de leurs effets étant pratiquement inexistant, on peut se demander s'il est justifié de faire appel à la notion de risque à propos des variations de la VN des aliments.

En fait, les risques ne sont pas, à proprement parler, liés aux modifications envisagées jusqu'ici, mais plutôt à la méconnaissance ou à la non prise en considération de leurs conséquences au moment des prises de décision. Toute décision, si on néglige d'en envisager au préalable les effets et de la moduler en conséquence, peut avoir des effets positifs, négatifs ou nuls : c'est là qu'apparaît le caractère aléatoire et que résident les risques.

Le choix des pratiques culturelles est, en dernier ressort, l'apanage de l'agriculteur, mais celui-ci peut être influencé par les recommandations des vulgarisateurs issues des résultats de la Recherche ou contraint par des accords passés avec les acheteurs de la production. Selon le cas, l'apparition éventuelle des risques pourra être la conséquence d'un manque d'information, de négligence ou de la recherche du profit immédiat.

Pour définir les risques liés aux variations de la VN des aliments, il est nécessaire de préciser les identités des décideurs, responsables éventuels, et des victimes possibles ainsi que la nature et l'intensité des dommages éventuels.

Ces dommages, qui sont en réalité les effets des risques, peuvent être regroupés en trois catégories.

##### 4.1. Risques de toxicité

Les consommateurs ont appris à éliminer, le plus souvent par des procédés culinaires appropriés, les substances toxiques contenues dans de nombreuses racines ou tubercules tropicaux. Toutefois, que les teneurs en ces substances auxquelles les consommateurs sont habitués à faire face viennent à changer dans des proportions importantes, ou que les procédés traditionnelles de détoxification soient abandonnés au profit de technologies nouvelles sans que soit prise en compte la variabilité des teneurs en substances toxiques, et des risques de toxicité apparaissent.

L'exemple des risques liés à la présence dans les racines de manioc de linamarine, glucoside se dégradant en acide cyanhydrique après la récolte, permet d'illustrer le problème.

Pour les consommateurs de manioc, non seulement il existe des risques d'intoxication aiguë suite à l'ingestion en une seule fois de quantité importante de cyanure mais on soupçonne aussi des effets secondaires liés à l'ingestion

régulière de faible quantité d'acide cyanhydrique ; en particulier, le manioc favoriserait l'apparition du goitre (BOURDOUX *et al.*, 1980).

Parmi les variétés de manioc, on distingue les variétés amères à teneur élevée en linamarine et les variétés douces où les teneurs sont faibles au point que les racines sont parfois consommées crues. Traditionnellement, la linamarine des variétés amères est en grande partie éliminée par le rouissage (fermentation pendant 3 à 6 jours dans de l'eau stagnante) lors de la fabrication de farine ou de « bâton », par cuisson et lavage prolongé pour la consommation à l'état frais ou par une série de procédés (pulpage, fermentation, égouttage et chauffage) dans le cas de l'élaboration du « gari ». L'efficacité de ces différents procédés est variable et, de plus, la limite entre les variétés amères et douces n'est pas nette.

L'introduction de variétés nouvelles et le choix de techniques culturales défavorables peuvent, comme nous l'avons vu, modifier considérablement les teneurs en linamarine et, par conséquent, les teneurs en acide cyanhydrique si les procédés traditionnels de détoxification s'avèrent insuffisants.

Par ailleurs, un procédé récemment mis au point (PHAN et MERCIER, 1984) qui consiste à ajouter des substances contenant des monoglycérides à la farine de manioc, permet la préparation de fofous présentant une bonne texture en évitant l'étape du rouissage. Utilisé pour des farines de manioc doux dans des unités de transformation industrielle comme le préconise ses auteurs, ce procédé présente de nombreux avantages car le rouissage est long et provoque des pertes importantes en nutriments ; la vulgarisation de ce procédé si elle est généralisée, devra, néanmoins, s'accompagner d'un contrôle sévère des variétés utilisées et, pour les variétés considérées comme douces mais à teneur limite en linamarine, des techniques culturales employées afin d'éviter les cas d'empoisonnement.

Les risques de toxicité étant principalement liés aux changements susceptibles d'être introduits dans les habitudes culturelles et de consommation, la responsabilité directe en incombe le plus souvent aux vulgarisateurs.

#### **4.2. Risques de modification du comportement de l'aliment au cours des traitements technologiques. Influence sur l'acceptabilité**

Certaines pratiques culturelles ont une influence importante sur les propriétés physico-chimiques qui conditionnent le comportement d'un aliment vis-à-vis des technologies qui lui sont appliquées, et, d'une manière plus générale, sur l'ensemble des qualités organoleptiques dont dépend l'acceptabilité de l'aliment.

Un mauvais choix des variétés, une récolte trop précoce peuvent rendre les tubercules d'igname inaptes à certains modes de préparation.

Compte tenu des exigences généralement très strictes des consommateurs africains pour leurs aliments de base, de faibles modifications d'aspect ou de texture sont suffisantes pour en diminuer considérablement l'acceptabilité.

Les dommages encourus seront principalement d'ordre économique et le plus souvent résulteront de décisions prises par l'agriculture. Dans le cas de projets ou de réalisations à grande échelle, en particulier pour la fabrication de farine de tubercules, une attention particulière est nécessaire car des modifications du déroulement des transformations technologiques ou des qualités organoleptiques des produits finis peuvent avoir des répercussions financières très importantes.

**4.3. Risques de variation des potentialités de couverture des besoins nutritionnels par une quantité donnée d'aliment brut**

Le taux de couverture des besoins nutritionnels à partir d'une quantité donnée d'aliment brut dépend, outre les particularités physiologiques du consommateur, de certaines caractéristiques de l'aliment : rendement de certaines transformations nécessaires à sa préparation, composition en nutriments au moment de son ingestion, disponibilité de ces nutriments.

Dans le cas des tubercules, le rendement à l'épluchage et les pertes en nutriments au cours de l'application de certains procédés culinaires peuvent être influencés par certaines pratiques culturelles mais la part la plus importante de leur variabilité est liée aux conditions de réalisation des traitements eux-mêmes.

Les effets des variations de composition en nutriments sont nettement plus importants. À partir des résultats obtenus au Cameroun, il est possible de faire des estimations des variations relatives du contenu énergétique et des teneurs en protéines et calcium consécutives aux choix des pratiques culturelles (tabl. VI). Ces variations, qui ne sont pas obligatoirement des variations maxima, mais qui sont celles observées dans nos essais, s'élèvent jusqu'à 30 % pour le contenu énergétique et presque 50 % pour les teneurs en protéines brutes et calcium.

En ce qui concerne la disponibilité des nutriments, les variations notables de l'indice chimique des protéines en fonction de l'espèce, de la fertilisation et

TABLEAU VI

Estimations des variations relatives du contenu en énergie, protéines et calcium d'une même quantité de matière brute comestible en liaison avec le choix des pratiques culturelles

Sources	Facteur de variation	Termes de la comparaison	Variations du contenu en : (1)		
			Energie	Protéines	Calcium
AGBOR EGBE et TRECHE (1983)	Choix de l'espèce d'ignames	a : Moyenne D. alata b : Moyenne du complexe D. cay.-D. rot.	+ 37%	+ 5 %	- 13%
	Choix de la variété pour D. cay.-D. rot.	a : Variété ex batibo b : Moyenne des autres variétés du complexe	+ 31%	- 5%	+ 35%
TRECHE et AGBOR EGBE (1985)	Lieu de culture pour la pomme de terre	a : 700 m d'altitude b : 1600 m d'altitude	+ 33%	- 4%	- 36%
TRECHE et GUION (1983)	Fertilisation azotée pour D. rotundata	a : 0 unité/ha b : 100 unités/ha	- 6%	+ 14%	+ 49%
TRECHE et GUION (1979 a)	Durée du cycle D. rotundata	a : 7 mois b : 10 mois	+ 14%	+ 48%	+ 9%
	Durée du cycle D. dumetorum	a : 7 mois b : 10 mois	+ 5%	+ 34%	- 24%
	Durée du cycle (macabo)	a : 7 mois b : 10 mois	+ 12%	+ 17%	n.d.

(1) valeur de (b - a) x 100/a

de la date de récolte ont été signalées. Par ailleurs, selon l'origine botanique de la farine d'igname, le coefficient d'utilisation pratique de l'azote des régimes peut varier de l'ordre de 20 % chez l'enfant et de 25 % chez le rat (tabl. IV). Les conséquences pratiques de tels écarts sont difficiles à évaluer mais il est probable que des différences apparaîtraient dans l'état nutritionnel de jeunes enfants en fonction du type de farine consommé si des quantités tout juste suffisantes pour couvrir leurs besoins théoriques en acides aminés indispensables leur étaient distribuées sur une longue période.

À tous les niveaux et quotidiennement, des décisions sont prises à partir d'estimations des potentialités de couverture des besoins nutritionnels par une quantité donnée d'aliment. Ces estimations se font plus ou moins consciemment et de manière plus ou moins rigoureuse.

La personne qui ingère sa portion d'aliment de base, l'agriculteur qui prélève sur sa récolte ce qu'il juge nécessaire pour l'autoconsommation de sa famille, la ménagère qui fait son marché, se réfèrent, pour estimer les quantités nécessaires à la satisfaction de leurs besoins, à l'expérience acquise à l'occasion de consommations antérieures : si les caractéristiques nutritionnelles de l'aliment considéré sont différentes de celles des aliments qui leur servent de référence, il y a risque de surestimation des potentialités nutritionnelles de l'aliment.

Le planificateur qui fixe les objectifs de production ou contrôle l'approvisionnement des grandes villes, le diététicien qui recommande les quantités à consommer et établit des menus, le chercheur qui, pour la réalisation d'études qui serviront par la suite à orienter les politiques agricole et sanitaire, a besoin de connaître les quantités de nutriments ingérées par un groupe de population, utilisent des tables de composition chimique ; ces tables donnent des valeurs moyennes qui ne permettent pas de prendre en compte la totalité des facteurs de variation de la VN des aliments et peuvent être à l'origine d'erreurs importantes.

Les risques liés aux modifications du contenu en énergie et en nutriments disponibles des aliments bruts peuvent avoir des effets plus ou moins importants selon les situations dans lesquelles ils se manifestent.

En zone rurale où l'autoconsommation reste la règle, les régimes sont souvent peu diversifiés et, comme les montrent les résultats des enquêtes de MASSEYEFF *et al.* (1958) au Cameroun, de IDUSOGIE et OLAYIDE (1937) au Nigeria et de CRESTA (1984) au Congo, un seul type de tubercules peu fournir plus de 80 % des apports énergétiques. Toute diminution de la VN de l'aliment de base, suite à un changement de variété ou de techniques culturales, est alors susceptible d'avoir des effets notables sur l'état nutritionnel. Une simple augmentation de la teneur en eau peut, compte tenu des limites aux possibilités d'ingestion des consommateurs, avoir des répercussions importantes. Ce type d'effet se manifeste principalement à un niveau individuel ou familial.

Dans le cas de régimes plus diversifiés, en particulier en zone urbaine où les vivres consommées sont le plus souvent achetées sur des marchés dont l'approvisionnement est fait à partir de plusieurs zones de production, les effets seront plus limités. Toutefois, à la suite de choix effectués par les agronomes, les planificateurs, les sociétés de développement ou les responsables de l'approvisionnement des centres urbains, le contenu en nutriments de certaines vivres proposées aux consommateurs peut se trouver abaissé ; les effets seront notables lorsque plusieurs productions seront affectées simultanément ou lorsque la réduction de la VN de l'aliment se manifesterait dans des situations où les disponibilités alimentaires sont limitées : des différences de contenu en

énergie et nutriments disponibles de l'ordre de 10 à 20 % peuvent, si elles ne sont pas compensées par une augmentation des quantités ingérées, faire basculer les couches les plus vulnérables d'une population d'un état nutritionnel satisfaisant dans un état de sous-nutrition chronique ou de sub-carence spécifique en certains nutriments.

## 5. RÉPONSES AUX RISQUES

Si l'on admet que les risques liés aux modifications de la VN des aliments apparaissent au moment des prises de décision, il suffit, pour les réduire, de faire en sorte que les décideurs, à tous les niveaux, soient informés des conséquences possibles de ces variations et fortement encouragés à en tenir compte :

— Les agronomes qui sélectionnent des variétés, déterminent les taux optima d'engrais ou comparent les effets des techniques culturales ne doivent pas considérer uniquement les caractéristiques purement agronomiques : le critère de rendement en produit brut à l'hectare doit être remplacé par le rendement en matière sèche comestible ou en énergie à l'hectare et, lorsque les productions étudiées sont destinées à couvrir une part importante des besoins en certains nutriments, le rendement de ce nutriment à l'hectare (protéines, éléments minéraux). Le calcul de ces critères, pour les tubercules, nécessite la mesure des rendements bruts à l'hectare, du rendement l'épluchage, de la teneur en matière sèche et éventuellement des teneurs en nutriments intéressants. Des équations de régression comme celles que nous avons établies au Cameroun permettent de calculer l'énergie métabolisable (En) en kilocalories pour 100 g. de matière brute comestible de tubercules connaissant leur teneur en matière sèche (Ms) exprimée en g. pour 100 g. de matière brute :

\* pour la pomme de terre :  $En = 4,068 Ms - 6,01$  ( $r = 99,7$ )

\* pour les ignames :  $En = 4,000 Ms - 4,32$  ( $r = 99,8$ )

Par ailleurs les agronomes doivent veiller à ce que les variétés sélectionnées et les techniques culturales proposées aboutissent à des produits dont les caractéristiques soient compatibles avec les technologies traditionnelles où s'intéresser, en collaboration avec les spécialistes des sciences des aliments, à définir les conditions du transfert ou de l'élaboration de technologies nouvelles adaptées aux produits et permettant la mise à disposition des consommateurs d'aliments conformes à leurs habitudes alimentaires.

Dans leurs programmes de sélection, les Centres Internationaux de Recherche Agronomique s'intéressent de plus en plus à l'acceptabilité et à la toxicité éventuelle des productions végétales, mais ils ne considèrent plus l'amélioration des teneurs en protéines et de la qualité des ces protéines comme des objectifs prioritaires (RYAN, 1984). Cette décision paraît justifiée lorsque la faible héritabilité des caractères et la prépondérance des facteurs environnementaux sur les facteurs génétiques rendent les résultats illusoire, que les efforts nécessaires sont incompatibles avec une sélection axée sur d'autres caractères importants ou que les productions considérées sont destinées à être consommées dans des régimes très diversifiés (BRESSANI, 1984). Toutefois, des vérifications du contenu en nutriments doivent être faites régulièrement : le premier exemple donné en introduction est là pour le rappeler.

— Les planificateurs, les éducateurs et, en général, tous ceux qui utilisent les données des tables de composition des aliments élaborées jusqu'à maintenant pour prendre des décisions ou formuler des recommandations,



doivent adopter une attitude critique vis-à-vis de ces données, intégrer le maximum d'information permettant de prendre en compte la variabilité de la VN des aliments et prévoir des marges de sécurité dans le calcul des quantités d'aliments nécessaires pour atteindre les objectifs nutritionnels fixés. À chaque fois que cela est possible, les paramètres utilisés pour les comparaisons d'ordre économique (prix de revient, durée de travail nécessaire...) devraient être calculés par rapport aux quantités d'énergie ou de nutriments disponibles dans les aliments produits et non pas par rapport à leurs poids bruts.

— Les agriculteurs doivent être informés des conséquences de toutes les modifications des pratiques culturales et contraints de préciser les conditions de production de leurs récoltes commercialisées lorsque les pratiques culturales utilisées sont susceptibles de faire varier sensiblement la VN des aliments.

Comme dans les pays industrialisés où les produits agricoles sont de plus en plus standardisés (calibrage et utilisation spécifique des variétés dans le cas de la pomme de terre) et normalisés (indication des teneurs maxima ou minima en certains nutriments et en différentes substances), il est souhaitable qu'une législation soit élaborée pour fixer des normes nutritionnelles à certaines productions tropicales (teneurs maxima en eau, minima en protéines... dans le cas des tubercules) et que l'on cherche à diminuer leur variabilité. Des normes relatives à certaines composantes de leur VN ont déjà été élaborées pour la farine de manioc et pour certaines céréales africaines par diverses institutions encouragées par les organismes internationaux comme la FAO et l'OMS. Il est souhaitable que cette initiative soit généralisée aux principaux produits vivriers et que ces normes, après avoir été reconnues internationalement, soient effectivement utilisées.

Des services de contrôle de la VN des aliments doivent être créés non seulement pour dépister les pratiques frauduleuses mais surtout pour permettre de se rendre compte rapidement des modifications de la VN des aliments susceptibles d'avoir des répercussions sur l'état nutritionnel et, de manière plus générale, sur la santé des consommateurs.

La diversification de l'alimentation est, sans doute, la réponse la plus sûre ; mais elle est probablement la plus difficile à mettre en œuvre car elle suppose des possibilités d'échanges de vivres entre différentes zones écologiques, une amélioration des conditions de stockage des aliments et surtout un changement dans les habitudes de consommation de populations qui sont généralement très attachées à leur aliment de base.

## 6. CONCLUSION

Il est généralement reconnu que, dans la plupart des pays à la recherche de leur indépendance alimentaire, la sécurité alimentaire passe, actuellement, avant tout par une augmentation de la production vivrière globale et par une meilleure répartition géographique et sociale de cette production. Mais il ne faudrait pas considérer uniquement les aspects quantitatifs de la production et de la répartition des aliments et s'intéresser également aux aspects qualitatifs : la fonction première d'un aliment n'est pas de figurer dans des statistiques de production ou de consommation mais plutôt de couvrir les besoins en énergie et en nutriments des consommateurs en respectant leurs particularités physiologiques et leurs habitudes de consommation.

En dépit des efforts des pays concernés, il existe actuellement des situations où les disponibilités alimentaires sont quantitativement limitées ; à l'avenir il

est probable que dans certaines régions, l'augmentation de la production par extension des surfaces cultivées ou amélioration des rendements bruts se révèle illusoire en raison de la dégradation des sols, de la détérioration des conditions climatiques, de la généralisation des guerres et des désordres socio-économiques ou, insuffisante en face de l'expansion démographique. Le contrôle et l'amélioration de la VN des aliments s'avéreront alors le complément indispensable à l'augmentation des productions pour maintenir et accroître la disponibilité en énergie et en nutriments per capita.

Dans les zones tempérées, un long effort de Recherche a permis de maîtriser et améliorer conjointement les rendements bruts des pommes de terre et leurs qualités technologique, culinaire et nutritionnelle et a abouti à une standardisation et une normalisation de leur production (GRISON, 1983). En Afrique où les modes de production sont restés traditionnels, les caractéristiques agronomiques et alimentaires des tubercules continuent à présenter une grande variabilité.

En raison des changements de modes de vie lui accompagnent l'urbanisation, il est à prévoir que les exigences des consommateurs africains concernant les qualités des aliments se feront de plus en plus précises : afin d'éviter les pertes de temps et d'argent, ils demanderont à ce que les aliments proposés sur les marchés présentent les caractéristiques optimales pour la réalisation de leurs plats traditionnels ; une standardisation des différentes productions sera alors indispensable ce qui aura l'avantage de faire disparaître la plupart des risques envisagés.

Les pratiques culturelles ne sont pas les seuls facteurs de variation de la VN des tubercules : les conditions de stockage et les transformations technologiques peuvent être à l'origine de modifications encore plus fortes. Il existe, par ailleurs, des interactions importantes entre tous ces facteurs de variation : l'origine botanique détermine le comportement des tubercules depuis la mise en culture jusqu'à l'utilisation métabolique de ses nutriments ; les techniques culturelles influent fortement sur l'aptitude à la conservation ; le comportement des tubercules au cours des procédés technologiques dépend pour beaucoup des propriétés physico-chimiques des amidons elles-mêmes largement influencées par l'histoire culturelle et les conditions de stockage des tubercules. Malheureusement, les études effectuées jusqu'à maintenant sur les facteurs de variation de la VN des tubercules sont encore incomplètes et le plus souvent menées isolément ce qui ne permet pas d'envisager les interactions entre les effets des différents facteurs de variation.

La connaissance et la maîtrise de la VN des principaux produits vivriers africains sera donc, à l'avenir, nécessaire non seulement pour rendre moins aléatoire la couverture des besoins quantitatifs en énergie et en nutriments, mais aussi pour répondre aux aspirations des consommateurs concernant la qualité de leurs aliments traditionnels.

Le développement des recherches pour la maîtrise des facteurs de variation de la VN des aliments tropicaux, en particulier des tubercules, nécessite une concertation entre différentes disciplines et entre organismes répartis dans plusieurs zones écologiques afin de pouvoir confronter les résultats obtenus sur du matériel végétal diversifié et dans différentes conditions de production. Par ailleurs, pour être pleinement valorisés, les résultats devront être rassemblés dans des banques de données permettant aux utilisateurs de tenir compte, pour chacune des composantes de la VN des informations qu'ils auront pu recueillir sur les modes de production, de conservation et de consommation.

Ne pas donner un développement suffisant à ce type de recherches et à la vulgarisation de leurs résultats ferait courir le risque d'être privé, à terme, d'un

outil nécessaire à la maîtrise de la sécurité alimentaire de populations qui resteront, pour des raisons écologiques mais aussi historiques, affectives et culturelles, dépendantes de leurs aliments traditionnels.

#### BIBLIOGRAPHIE

- AGBOR EGBE (T.) et TRECHE (S.), 1983. — Variability in the chemical composition of yams grown in Cameroon, *Proc. 2nd triennial Symp. ISTRC-AB*, Douala, Cameroun, IDRC-221<sup>c</sup> : 153-156.
- BOURDOUX (P.), DELANGE (F.), GERARD (M.), MAFUTA (M.), HANSON (A.) et ERMANS (A. M.), 1980. — Antithyroid action of cassava in humans, *in* : Role of cassava in the ethiology of endemic goitre and cretinism, IDRC-136<sup>c</sup>, Ermans, Mbulamoko, Delange et Ahluwalia ed. Ottawa : 61-68.
- BRESSANI (R.), 1984. — Incorporating nutritional concerns into the specification of desired changes in commodity characteristics in international agricultural research, *in* : International Agricultural Research and Human Nutrition, IFPRI, Pinstrup-Andersen, Berg et Forman ed. Washington : 245-264.
- BUSSON (F.), 1965. — Plantes alimentaires de l'ouest africain, Leconte ed. Marseille, 568 p.
- CRESTA (M.), 1983. — La consommation alimentaire en milieu rural : résultats des enquêtes dans les districts d'Ewo et de Kindamba, communication présentée au séminaire régional sur l'alimentation et la nutrition, Brazzaville, Congo.
- DELPEUCH (F.) et FAVIER (J. C.), 1980. — Caractéristiques des amidons de plantes alimentaires tropicales : action de l'alpha-amylase, gonflement et solubilité, *Ann. Technol. Agric.* XXIX : 53-57.
- DELPEUCH (F.) FAVIER (J. C.) et CHARBONNIÈRE (R.), 1978. — Caractéristiques des amidons de plantes alimentaires tropicales, *Ann. Technol. Agric.*, XXVII : 809-826.
- F.A.O., 1968. — Food composition table for use in Africa, Rome, Italie, 306 p.
- F.A.O., 1970. — Effets des engrais sur la qualité des pommes de terre et des plantes racines, *E.C.A.* : 17/70, n° 9, 34 p.
- FAULKS (R. M.) et GRIFFITHS (N. M.), 1983. — Influence of variety, site and storage on physical, sensory and compositional aspects of mashed potatoes, *J. Sci. Food Agric.*, XXXIV : 979-986.
- FLACH (M.), 1979. — Écological competition among the main moisture rich starchy staples in the tropics and subtropics, *Proc. 5th Int. Symp. Trop. Root Crops*, Manille Philippines : 345-375.
- GRISON (C.), 1983. — La pomme de terre. Caractéristiques et qualités alimentaires, APRIA ed. Paris, 292 p.
- HOWARD (H. W.), 1974. — Factors influencing the quality of ware potatoes. 1. The genotype, *Potato Res.*, XVII : 490-511.
- HUGUES (J. C.), 1974. — Factors influencing the quality of ware potatoes. 2. Environmental factors, *Potato Res.*, XVII : 512-537.
- IDUSOGIE (E. O.) et OLAYIDE (S. O.), 1973. — Role of roots and tubers in nigerian nutrition and agricultural development, *Proc. 3rd Int. Symp. Trop. Root Crops*, Ibadan, Nigeria : 177-186.
- MASSEYEFF (R.), PIERME (M. L.) et BERGERET (B.), 1958. — Enquêtes sur l'alimentation au Cameroun. II. Subdivision de Batouri, *document multigraphié* Orstom, 181 p.
- Ministère de l'Agriculture, République du Cameroun, 1983. — Annuaire de statistiques agricoles 1981-1982.
- PHAN (T. H.) et MERCIER (C.), 1984. — Amélioration de la composition et de la texture du plat traditionnel africain le fofou par addition de monoglycérides au manioc, *Sci. Aliments*, IV : 109-120.
- PION (R.), HALGA (P.) et COIC (Y.), 1971. — Influence de la fertilisation azotée sur la composition en acides aminés du tubercule de pomme de terre, rapp. commun de la station d'études des métabolismes (CRVZ, Theix) et de la station de Physiologie végétale (CNRA, Versailles) de l'INRA, France, 22 p.
- RASPER (V.) et COURSEY (D. G.), 1967. — Properties of starches of some west african yams, *J. Sci. Food Agric.*, XVIII : 240-244.
- RYAN (J. G.), 1984. — The effects of the International agricultural research centers on human nutrition. Catalog and commentary, *in* : International Agricultural Research and Human Nutrition, IFPRI, Pinstrup-Andersen, Berg et Forman ed. Washington : 199-223.
- SZYLIT (O.), BORGIDA (L. P.), BEWA (H.), CHARBONNIÈRE (R.) et DELORT-LAVAL (J.), 1977. — Valeur nutritionnelle, pour le poulet en croissance, de cinq amyliacés tropicaux en relation avec quelques caractéristiques physicochimiques de leur amidon, *Ann. Zootech.*, XXVI : 547-564.

- TRECHE (S.), 1983. — Évolution de différentes fractions azotées au cours de la maturation et de la conservation des tubercules d'ignames (*Dioscorea dumetorum* et *D. rotundata*). Incidences nutritionnelles, *Revue Science et Technique* (Sci. Santé), n° 4-5 : 63-75.
- TRECHE (S.), 1988. — Contribution à l'étude des potentialités nutritionnelles des ignames (*Dioscorea* spp.). Thèse de Doctorat es-sciences, Université des Sciences et Techniques du Languedoc.
- TRECHE (S.) et AGBOR EGBE (T.), 1985. — Influence du lieu de culture et de la variété sur la valeur nutritionnelle de la pomme de terre au Cameroun, *Revue Science et Technique* (Sci. Santé), tome 2, n° 1-2 : 21-31.
- TRECHE (S.) et AGBOR AGBE (T.), 1986. — Influence du tuteurage et de l'état des semences sur les potentialités nutritionnelles de l'igname *Dioscorea dumetorum*, *Revue Science et Technique* (Sci. Santé), Tome 3, n° 1-2 : 147-158.
- TRECHE (S.) et DELPEUCH (F.), 1982. — Le durcissement de *Dioscorea dumetorum* au Cameroun, in : Yams — Ignames, Miege et Lyonga ed. Clarendon Press Oxford : 294-311.
- TRECHE (S.), GALLON (G.) et JOSEPH (A.), 1982. — Évolution des teneurs en éléments minéraux au cours de la maturation et de la conservation des tubercules d'ignames (*Dioscorea dumetorum* et *D. rotundata*). Incidences nutritionnelles, *Revue Science et Technique* (Sci. Santé), n° 3 : 69-79.
- TRECHE (S.) et GUION (P.), 1979a. — Étude des potentialités nutritionnelles de quelques tubercules tropicaux au Cameroun, *Agron. Trop.*, XXXIV : 127-156.
- TRECHE (S.) et GUION (P.), 1979b. — Nutritional repercussions of the differences in physicochemical characteristics of starches of two yam species grown in Cameroon, in : *Proc. 5th Int. Symp. Trop. Root Crops*, Manille, Philippines : 259-279.
- TRECHE (S.) et GUION (P.), 1983. — Influence d'apports modérés d'engrais azoté sur la valeur nutritionnelle de tubercules de *Dioscorea rotundata*. *Revue Science et Technique* (Sci. Santé), n° 4-5 : 77-92.
- WESTPHAL (E.), 1985. — Cultures vivrières tropicales avec référence spéciale au Cameroun, prudoc ed. Wageningen.

# Risques agricoles et risques alimentaires : remarques sur un exemple andin

Denis SAUTIER \*

## LES DEUX FACETTES DU RISQUE

Qu'est-ce qu'un risque ? Dans le langage statistique, le risque est défini, sans jugement de valeur, par son seul caractère aléatoire : c'est « *la probabilité de survenue d'un événement* » (RUMEAU-ROUQUETTE *et al.* 1981). Dans le langage courant en revanche, comme dans la définition la plus usuelle du risque, une autre notion est au premier plan : « *danger éventuel plus ou moins prévisible* » (ROBERT 1986). De fait, c'est en amont de l'outil statistique que s'effectue le choix du ou des événements à étudier : seule la perception d'un danger — avec la part de subjectivité qu'elle comporte — permet de départager, parmi les différents événements aléatoires, ceux qui seront désignés comme des risques. Deux notions non réductibles se combinent donc : l'incertitude et le danger. L'intérêt du concept de risque provient précisément de cette définition à double facette.

## 1. CARACTÉRISATION DES RISQUES ALIMENTAIRES ET NUTRITIONNELS

« *Beaucoup de besoins peuvent attendre plus tard... sauf le manger* ». Cette réflexion d'un agriculteur africain, bien des sociétés paysannes pourraient la reprendre à leur compte. Elle situe d'emblée la place particulière de l'alimentation dans les systèmes de production ruraux. Pourtant l'autarcie alimentaire, si elle existe encore, ne concerne plus guère que des « isolats » de population. L'étude des sociétés rurales « *in vivo* », c'est-à-dire resituées dans leur contexte national et international, révèle au contraire l'importance prise désormais par le détour monétaire, y compris pour la satisfaction des besoins alimentaires. Les risques commerciaux viennent donc s'ajouter aux risques agricoles pré-existants. Une controverse ancienne se poursuit sur la question de savoir si cette intégration de l'agriculture au marché monétaire constitue un amortisseur ou au contraire un amplificateur des risques alimentaires encourus par les producteurs (Réseau Stratégies Alimentaires 1986). Bornons-nous pour l'instant à un constat : quels que soient les moyens employés, la satisfaction des besoins alimentaires est une condition essentielle de la survie et de la reproduction élargie des sociétés agraires. La sécurité alimentaire constitue un

---

\* Ingénieur agricole et nutritionniste, 13 rue Michelet, 92100 Boulogne

objectif implicite des unités familiales de production, présent en toile de fond dans les décisions stratégiques et tactiques concernant l'agriculture.

Peut-on quantifier les risques alimentaires ? Il est certes possible d'identifier des individus et des groupes à risque de restriction alimentaire grave, en se basant en particulier sur le niveau de la consommation calorique. Mais une certaine imprécision demeure, tant pour l'évaluation de l'offre que de la demande en aliments. L'offre d'abord : les données de production et de disponibilité apparente à l'échelle d'un pays ou d'une région ne sont que des indicateurs de la disponibilité alimentaire moyenne ; l'information pertinente en termes de risque est davantage le pourcentage d'individus situés en-dessous d'un seuil critique. Pour les enquêtes de consommation alimentaires elles-mêmes, les objectifs d'acceptabilité (nécessaire pour travailler sur de grands échantillons) et de fiabilité sont antinomiques et doivent faire l'objet d'un compromis propre aux objectifs de chaque étude. Quant à l'évaluation de la demande en aliments, elle se heurte à plusieurs sources de variabilité : variabilité de la composition chimique des aliments suivant leurs variétés et leur conditions de culture et de conservation ; variabilité également des besoins individuels pour chaque nutriment, besoins dont le niveau moyen est d'ailleurs périodiquement réévalué en fonction de l'état des connaissances (FAO-OMS 1973 ; FAO-OMS-UNU 1985). C'est pourquoi les nutritionnistes raisonnent généralement en termes d'« apports recommandés » adaptés à chaque groupe de population.

Par ailleurs, il est évident que la sécurité alimentaire ne se limite pas à un aspect quantitatif : l'alimentation est l'un des traits culturels qui caractérise le mieux une société. Les préférences alimentaires, la valorisation symbolique des aliments de base ou de certains aliments de fête jouent là un rôle certainement sous-estimé.

Risques nutritionnels et risques alimentaires sont deux notions distinctes. loin de ne dépendre que de la disponibilité en aliments, l'état nutritionnel exprime la résultante des interactions entre consommation alimentaire, mode de vie, environnement infectieux et histoire pathologique de l'individu. Contrairement aux maladies infectieuses, l'état nutritionnel est un continuum : il peut être mesuré par divers critères anthropométriques ou biologiques, mais il est évident qu'une modification, même faible, des hypothèses relatives à la définition du seuil de malnutrition modifiera drastiquement l'évaluation de la population en état de risque nutritionnel.

À la différence des risques alimentaires, les risques nutritionnels sont répartis très inégalement suivant les classes d'âge. Ils touchent essentiellement les enfants de moins de six ans et tout particulièrement la classe d'âge de 12 à 36 mois (BLAXTER et WATERLOW 1985). La dénutrition protéino-énergétique est le trouble nutritionnel le plus significatif et se traduit d'abord chez l'enfant par un retard de croissance, en poids et en taille. On peut s'attendre à ce que l'émaciation ou « wasting » (poids faible par rapport à l'âge) soit un bon indicateur des risques de santé à court terme pour l'enfant. D'autre part le retard de taille seul, ou « stunting », est peut-être un meilleur reflet du niveau socio-économique de l'enfant et peut s'avérer plus prédictif de la morbidité et de la mortalité sur une longue période. Mais malgré l'enthousiasme soulevé par le contrôle de croissance en vue d'identifier les enfants en situation de risque, on ne dispose encore d'aucune quantification de ces risques. La nécessité impérieuse de distinguer facteurs alimentaires et non-alimentaires rend difficile une mise en relation directe entre risques agricoles et risques nutritionnels. C'est pourquoi nous limiterons ici nos observations aux relations entre risques agricoles et risques alimentaires.

## 2. LA HAUTE VALLÉE DU CAÑETE : UN OBSERVATOIRE PRIVILÉGIÉ

Comment s'articulent les relations entre risques agricoles et risques alimentaires ? Y-a-t-il complémentarité ou bien contradiction entre les méthodes de lutte employées contre ces différents risques ?

Nous étayerons nos remarques à partir des données d'un travail de terrain réalisé dans une vallée du versant pacifique des Andes Centrales au Pérou : la vallée du Rio Cañete (SAUTIER et AMEMIYA 1986).

Les Andes Centrales surgissent brutalement entre l'Océan Pacifique et le Bassin amazonien. La côte ouest, refroidie par le courant de Humboldt, est un désert ; le piémont oriental au contraire, caractérisé par une chaleur équatorienne, est couvert par une forêt tropicale humide. Entre les deux, sur une bande de 200 à 500 km de large, les Cordillères et les grandes vallées des Andes Centrales présentent une variété d'habitats considérable. Les zones climatiques et de végétation y dessinent, en fonction de l'altitude, mais aussi de la topographie et des phénomènes de versants, une exceptionnelle mosaïque écologique (DOLLFUS 1981). Le climat joue un rôle déterminant dans le caractère aléatoire de l'agriculture, décrit par P. MORLON dans ce même ouvrage.

Notre propos ici n'est pas de répéter ces observations : bien que s'appliquant essentiellement à la zone des Hautes-Plaines proche du lac Titicaca, elles restent valables dans leurs grandes lignes dans les hautes vallées de versant comme celle du Cañete. Celle-ci possède toutefois deux caractéristiques qui contrastent fortement avec l'Altiplano circumlacustre, et qui en font une région privilégiée pour étudier la diversité andine, tant écologique qu'économique. D'abord la proximité de deux grands centres urbains : le fleuve Cañete prend sa source non loin de Huancayo et débouche sur l'Océan Pacifique à 150 km au Sud de Lima, la capitale. D'autre part, à cette latitude (13° S), moins de 150 km séparent la mer des sommets de la Cordillère occidentale qui culminent à près de 6 000 mètres. Le gradient altitudinal des terroirs est donc particulièrement élevé. Dans la haute vallée du Cañete, le finage des communautés paysannes est constitué de lanières perpendiculaires au lit de la rivière, leur permettant ainsi sur une distance réduite l'accès au plus grand nombre possible d'étages écologiques. Tel est bien le cas du village que nous prendrons comme exemple : Laraos. L'habitat est groupé autour de 3 550 m, mais le finage est étagé de 2 900 à plus de 5 000 m.

## 3. DISPERSION, ÉVITEMENT, CONTOURNEMENT : UNE ANALYSE COMPARÉE DES PRATIQUES DE LUTTE CONTRE LES RISQUES AGRICOLES ET ALIMENTAIRES

Les pratiques mises en œuvre pour faire face aux risques forment un ensemble plus ou moins cohérent. On peut y discerner fondamentalement trois objectifs ou trois stratégies complémentaires :

- 1 — *Atténuer les effets des risques* en les dispersant au maximum ;
- 2 — *Prévenir l'occurrence des risques* en évitant leur manifestation, ou du moins en agissant sur leurs causes ;
- 3 — *Se situer hors d'atteinte des risques*, en les contournant sans agir directement sur leurs effets ni sur leurs causes.

Cette grille d'analyse peut être appliquée aux risques agricoles comme aux risques alimentaires. Elle permet de mettre en perspective les principales pratiques de lutte employées en milieu rural andin. Cet essai de classification est présenté dans le Tableau I.

### 3.1. Risques agricoles

Quelques remarques tout d'abord sur la gestion des risques agricoles par les paysans andins. Nous ne reviendrons pas dans le détail sur les techniques de réduction des risques naturels, décrites ailleurs par MORLON. Ce qui attire surtout l'attention est l'accent mis par l'agriculture traditionnelle andine sur la première stratégie, de *dispersion* et de *répartition* des risques : les micro-parcelles sont réparties le long des versants et souvent semées en cultures associées et/ou en mélanges de variétés. L'un des rares essais comparatifs réalisés en parcelles d'agriculteurs minifundistes a ainsi conclu à la supériorité des mélanges de variétés par rapport aux variétés pures, face aux combinaisons aléatoires des risques climatiques et phytosanitaires dans les Andes péruviennes (VALLADOLID *et al.*, 1984). Ces méthodes de dispersion des risques permettent une réelle souplesse d'aménagement aux agriculteurs pour adapter leurs pratiques aux pronostics climatiques. Elles visent la régularité et non la maximisation des rendements.

La complémentarité est évidente entre ces méthodes de lutte par dispersion des effets, et les méthodes d'*évitement*, à but préventif. Terrasses, canaux, murs et plantations représentent des investissements de main-d'œuvre considérables qui, à Laraos comme dans la plupart des sites aménagés des Andes, sont des acquis de l'époque pré-coloniale. De 3 200 m environ jusqu'au village de Laraos à 3 650 m, un gigantesque amphithéâtre de terrasses irriguées a été construit sur des pentes de 20° à 45° (voir photos 5 et 6, *in* MORLON). L'entretien de ces ouvrages suppose de nombreuses journées de « faenas » communautaires (environ 17 jours par an à Laraos).

Les stratégies de *contournement* des risques naturels sont souvent d'origine plus récente. Elles peuvent rentrer en contradiction avec les approches précédentes. Les nouvelles variétés de pomme de terre à cycle court cultivées à Laraos permettent de réduire les risques liés aux gelées, mais elles se conservent moins longtemps. Une autre solution de contournement du problème des gelées consiste à intensifier les zones chaudes et irrigables de fond de vallée : cela a été rendu possible dans le bassin du Cañete après 1930, par la construction de la route et l'éradication de la malaria. Mais le développement de productions commerciales dans ces zones conduit à leur autonomie progressive vis-à-vis du reste des communautés, remettant ainsi en cause l'ancienne complémentarité verticale andine.

Les risques commerciaux constituent précisément un nouveau défi face auquel l'agriculture andine, éloignée des marchés urbains, est particulièrement démunie. La mise en marché des produits agricoles se heurte non seulement à la fluctuation des prix du marché, mais aussi à un réseau routier limité et précaire. Le sacrifice consenti en travail, en argent et parfois en vies humaines par les paysans d'aujourd'hui pour construire des routes escarpées, est significatif de cette nouvelle priorité : la génération actuelle hérite de ses ancêtres terrasses et canaux ; elle lègue des routes à ses descendants. Là où les routes n'ont pas encore pénétré, le troc persiste encore comme moyen de contourner les risques commerciaux. Cette pratique, traditionnellement réalisée par les pasteurs d'altitude à l'époque des récoltes, et encore très présente dans le sud du Pérou, a presque totalement disparu dans la haute vallée du



**TABLEAU I**  
Risques agricoles et risques alimentaires : principales méthodes de lutte en milieu rural andin (\*)

<i>Méthodes de lutte</i>		DISPERSION (atténue les effets)	EVITEMENT (agit sur les causes)	CONTOURNEMENT (se place hors atteinte)
<i>Types de risque</i>				
<i>Risques</i>	Risques climatiques	- Dispersion des parcelles - Mélange de variétés et de cultivars - Dispersion des dates de semis - Techniques culturales	- Arbres et murs - Terrasses - Aménagements hydrauliques	- Variétés à cycle court - INTENSIFICATION DES ETAGES DE BASSE ALTITUDE
	<i>Agricoles</i> Risques commerciaux		- RESEAU ROUTIER	- Circuits non-marchands • (troc) • RELATIONS VILLES-CAMPAGNES
<i>Risques</i>		- Complémentarité alimentaire de plusieurs étages écologiques - (Mécanismes de redistribution) - (Aliments de disette)	- (transformation des aliments) - Stockage d'aliments produits - STOCKAGE D'ALIMENTS ACHETES	- REVENUS NON-AGRICOLES - Migration saisonnière - MIGRATION DEFINITIVE
<i>Alimentaires</i>				

(\*) Les tendances observées dans la Haute-Vallée du CANETE sont indiquées de la façon suivante :

LETTRES MAJUSCULES : méthodes de lutte en augmentation  
(entre parenthèses) : " " " en désuétude  
lettres minuscules : " " " maintenues

Cañete. De plus, les rares échanges non-monnaïres s'y effectuent désormais en fonction des prix du marché. Un cas de figure fait exception toutefois, et son importance a peut-être été sous-évaluée : il s'agit des échanges intra-familiaux entre villes et campagnes. Nous y reviendrons plus loin.

### 3.2. Risques alimentaires

Le territoire andin semble à première vue l'un des plus aléatoires pour l'agriculture. Pourtant les habitants de cette région ont montré au cours des siècles leur aptitude non seulement à y survivre, mais encore à y créer des civilisations qui ont su en tirer le surplus nécessaire à leur expansion. Cette réussite est due à une double mise en valeur des complémentarités des ressources alimentaires, dans l'espace et dans le temps.

Complémentarité dans l'espace tout d'abord. De remarquables recherches ethno-historiques menées au Pérou et en Bolivie ont montré que « *des milliers d'années avant les Incas, les peuples andins avaient découvert que leurs meilleurs efforts locaux d'agriculture étaient insuffisants s'ils voulaient éviter la famine d'abord, remplir les greniers de leur dieux et de leurs seigneurs ensuite. Pour atteindre une productivité élevée, ils tirèrent parti de ce que des nouveaux-venus considèrent comme des handicaps — les changements abrupts de conditions écologiques —* » (MURRA 1981). Ces recherches ont démontré que l'organisation sociale andine encourageait la mise en valeur simultanée du plus grand nombre possible d'étages écologiques, y compris à une distance de plusieurs jours de marche, constituant parfois ce que MURRA a appelé des « archipels verticaux ». La conquête espagnole modifia radicalement cette organisation spatiale de la production, conçue pour disperser les risques. Les « archipels verticaux » furent disloqués ; les territoires des communautés ethniques furent amputés par les haciendas et limités à des finages continus. La verticalité andine n'a pas totalement disparu, mais elle a dû s'adapter pour survivre, le plus souvent dans un espace plus restreint. Si l'on peut encore décrire des cas exceptionnels, comme telle communauté de pasteurs d'altitude qui maintient l'usufruit de parcelles sur la Côte pacifique, afin d'en extraire des algues (BROUGÈRE 1984), c'est d'abord le terroir communal qui sert aujourd'hui de cadre à la verticalité.

Laraos offre un exemple typique de l'utilisation de la verticalité pour affronter simultanément risques agricoles et alimentaires. Le village est situé stratégiquement à la charnière des deux principales zones de cultures alimentaires : le « maizal » occupe les terrasses irriguées en aval du village ; outre le maïs, il permet les récoltes précoces de tubercules. En amont débute la zone de production des cultures pluviales. Huit à dix ans de repos paturé sont suivis de trois ans de cultures : pomme de terre puis tubercules secondaires (oca : *Oxalis tuberosa* Mol ; olluco : *Ullucus tuberosus* Loz ; mashua : *Tropaeolum tuberosum*), et orge en troisième année. Au-dessus de cette zone, à partir de 3 900 mètres, s'étagent les paturages, les plus proches étant réservés aux bovins, puis aux moutons et alpagas. Enfin, la partie située en contrebas du « maizal » jusqu'au niveau du fleuve Cañete (2 900 mètres) permet la plantation d'arbres fruitiers et l'implantation de luzernières pour l'élevage laitier.

Ce modèle de complémentarité verticale des ressources alimentaires est aujourd'hui en pleine évolution, voire en pleine crise. Seuls les extrêmes altitudinaux — fond de vallée et pâturages d'altitude — sont en mesure d'assurer une source significative de revenus. Autrefois placés sous contrôle communautaire, ils tendent à revendiquer leur autonomie : l'intégration au

marché exerce une puissante force centrifuge sur l'utilisation de l'espace. Dans un tel contexte, le maintien de la mise en valeur simultanée des différents étages écologiques implique des déplacements fréquents et aggrave la contrainte de main-d'œuvre, alors même que les jeunes sont nombreux à émigrer. On assiste en contrecoup à l'intérieur du système de production à une fragilisation de la place des cultures vivrières.

À Laraos par exemple, les décisions concernant la mise en culture du « maizal » et des secteurs de cultures pluviales (« aisha ») sont prises collectivement par la communauté, en raison du vagabondage des animaux. Or en 1984-85 la communauté n'a pas semé d'orge en troisième année de rotation dans la zone « aisha », la raison donnée tenant à la mauvaise qualité des terrains. L'enquête alimentaire sur sept jours que nous avons menée en novembre 1984 auprès de cinq familles de statut économique différent, et répétée en février et juin 1985, permet d'avancer une autre explication. Elle montre clairement que l'orge est à Laraos un aliment en voie de désuétude. Seule parmi notre échantillon, la famille représentant le groupe des ouvriers agricoles en consomme des quantités significatives. Pour elle, la farine d'orge représente même la principale source calorique au mois de novembre (23 % du total consommé dans la semaine), et la seconde source de calorie au mois de février (13 %). Or cette famille est aussi la moins bien alimentée : sa consommation n'atteint, en moyenne des trois enquêtes saisonnières, que 72 % de son besoin estimé en énergie, contre 85 à 122 % pour les autres familles. En définitive, la décision collective de ne pas semer d'orge accroît donc le risque alimentaire de cette famille pauvre, qui est déjà la plus exposée, et de cette famille seulement. Cette décision appelle une autre remarque. L'abandon de l'orge en troisième année de la rotation compromet le rendement global du secteur d'« aisha ». Or celui-ci exige au début de la rotation un lourd investissement en travail : le retournement de jachère est effectué exclusivement à la charrue à pied, ou « chaquitacla », par des équipes de 4 à 8 personnes. Cet effort initial ne deviendrait-il pas trop risqué si le raccourcissement de la rotation devait se confirmer ? Cet exemple montre qu'au-delà des systèmes de culture, on a souvent affaire à des systèmes alimentaires, qui possèdent un ou plusieurs maillons faibles — ici, l'orge —.

La complémentarité des ressources alimentaires andines s'exprime également dans le temps. La transformation et le stockage des aliments constituent deux moyens privilégiés par toutes les sociétés rurales pour s'affranchir des effets des variations aléatoires des rendements agricoles, et lutter de façon préventive contre l'incidence des risques alimentaires. Mais le climat sec et froid de la haute altitude, contraignant pour l'agriculture, a été mis à profit de façon particulièrement efficace par les paysans andins pour élaborer leurs systèmes après-récolte. Le « chuño » par exemple, obtenu par dessiccation de la pomme de terre en alternant les gelées nocturnes et la forte évaporation diurne des mois de Juin-Juillet et susceptible d'être conservé plus de dix ans, reste l'aliment de sécurité par excellence pour les régions rurales du sud du Pérou. Les différents tubercules andins peuvent aussi être séchés directement en cossettes, au soleil. Quant au stockage, il est facilité par le bas niveau des températures quotidiennes moyennes et de l'hygrométrie. Ces caractéristiques ont grandement facilité la gestion des réserves de sécurité à l'époque inca, ainsi que le développement du troc sur de longues distances.

Qu'en-est-il aujourd'hui des deux composantes du système post-récolte dans un village andin particulièrement intégré au marché monétaire, comme Laraos ? L'enquête alimentaire permet de constater la faible importance des aliments transformés localement. Si ceux-ci restent consommés, c'est essentiel-

lement à cause du prestige de certaines recettes. Le stockage en revanche continue à jouer un rôle important malgré l'arrivée de la route. Lorsque la tôle, symbole de modernité mais piètre isolant thermique, remplace le chaume pour la couverture des maisons, le grenier est conservé : mais il est déplacé un étage plus bas vers un entresol aménagé à cet effet. Le stockage garde sa fonction protectrice de l'économie paysanne, et ce d'autant plus que le Pérou se trouve au moment de l'enquête dans un contexte d'inflation à trois chiffres (250 % en rythme annuel en Juillet 1985), et que les routes sont fréquemment coupées par des glissements de terrain en saison des pluies. Mais il faut souligner qu'il ne se limite plus aux aliments produits par l'unité familiale. Le stockage d'aliments achetés (riz, pâtes alimentaires) est pratique courante à Laraos, et joue pour la restriction des risques commerciaux un rôle exactement comparable au stockage d'aliments autoproduits. C'est cette fonction d'épargne qui explique sans doute l'étonnante prolifération de petites boutiques dans les villages les plus reculés des Andes.

Les mécanismes de redistribution en vigueur à l'intérieur des communautés constituent un moyen supplémentaire de régulation des risques alimentaires. Il s'agit de dons et rétributions en nature ou encore de repas festifs (qui, à Laraos, représentent selon les familles de 2 à 5 jours par mois). L'enquête alimentaire exclut les repas festifs mais indique que les rétributions en nature représentent pour la famille la plus pauvre, 22 % de la consommation protéique observée en novembre. Comme dans le cas de l'orge, ces mécanismes communautaires favorables à la sécurité alimentaire des plus pauvres s'affaiblissent. Ainsi, une part croissante d'agriculteurs refuse de payer en nature des droits de garde du « maizal » ou d'« aisha », qui sont généralement destinés à des personnes sans ressources.

Les mécanismes de défense contre les risques alimentaires mentionnés jusqu'ici relèvent des stratégies de *dispersion* ou d'*évitement* : ils correspondent pour la plupart à une logique d'autosubsistance. Ces pratiques sont, dans la haute vallée du Cañete tout au moins, en déclin. Parallèlement, d'autres stratégies se sont développées en relation étroite avec l'intégration de l'économie rurale au marché. Il s'agit surtout, comme pour les risques agricoles, de stratégies de *contournement*.

Une première façon de contourner les risques alimentaires est la recherche de revenus extérieurs à l'agriculture : élevage, artisanat, commerce ou travail salarié. *La sécurité alimentaire passe alors davantage par la pluri-activité que par la minimisation des risques agricoles, trop exigeante en main-d'œuvre.* Intuitivement, on peut penser que l'intensité du lien entre risques agricoles et risque de restriction alimentaire grave est la plus forte là où le pourcentage d'autoconsommation est le plus élevé. Cette répercussion peut également s'observer si, à l'opposé, l'ensemble des ressources familiales repose sur une seule culture de vente. En revanche, dans les régions où les familles qui se sont déjà adaptées à l'irrégularité de la production ou de la rentabilité agricole en diversifiant leurs sources de revenus, l'alimentation serait moins menacée par les risques agricoles. Suivant cette idée, les ruraux en brusque rupture d'autoconsommation constituent un groupe en situation particulière de risque alimentaire.

L'émigration, temporaire ou définitive, est un moyen de contourner radicalement les risques alimentaires existant en zone rurale. Les risques alimentaires ne disparaissent pas pour autant pour les migrants : ainsi FERRONI (1982), en analysant les résultats de l'Enquête Nationale de Consommation Alimentaire (ENCA) menée au Pérou en 1974, avance l'hypothèse que la sous-alimentation se déplace des campagnes vers les villes non pas parce que les

premières s'enrichissent, mais parce qu'elles se vident : les ruraux pauvres seraient, en même temps que les jeunes étudiants, parmi les premiers à partir vers les villes. Du point de vue des zones rurales, l'émigration a pour effets à la fois de réduire la pression existant sur les ressources alimentaires, et de prélever la main-d'œuvre la plus productive. Or l'un des critères les plus déterminants du niveau des risques alimentaires des familles rurales est le rapport « bouches à nourrir/bras qui travaillent ». L'impact de l'émigration sur l'incidence des risques alimentaires n'est donc pas simple à déterminer et dépend de chaque contexte.

Le cas de Laraos offre un intérêt particulier car une partie importante de la population masculine tire ses revenus monétaires du travail dans une mine de cuivre voisine de la communauté. L'argent de leurs salaires n'est pas destiné en priorité à l'alimentation. En particulier, notre enquête montre que leur approvisionnement dans les boutiques de la mine (pourtant subventionnées par l'entreprise) reste extrêmement limité. Leurs dépenses s'orientent davantage à financer les études des enfants — plate-forme pour une émigration réussie —, à améliorer leur habitat et enfin, fait significatif, à engager des salariés agricoles pour maintenir en leur absence la production vivrière. On peut faire l'hypothèse que cet attachement des mineurs aux cultures vivrières ne s'explique pas seulement par des préférences culturelles, mais aussi par une rationalité économique. Dans ce cas, la mine subventionnerait en définitive indirectement les cultures alimentaires à Laraos, tandis que l'agriculture « autarcique » de la communauté serait en fait destinée pour partie à nourrir à moindre coût les travailleurs de la mine. L'éventualité d'une fermeture de cette mine — évoquée en raison de la chute brutale des cours mondiaux du cuivre —, ferait alors courir de réels risques à la population, tant au plan agricole qu'alimentaire.

Un autre exemple peut illustrer la complémentarité possible entre migration et réduction des risques à Laraos : la proximité de Lima permet aux émigrés qui n'ont pas de travail fixe en ville de revenir périodiquement au village. Ils peuvent y vivre à moindres frais, et leur présence de courte durée permet d'écrêter des pointes de travail agricole. Du point de vue de la circulation des produits agricoles, des relations s'établissent également dans les deux sens : à l'époque des récoltes, les bus descendent de la vallée vers la capitale surchargés de sacs de pommes de terre destinés à la famille. En sens inverse, la famille d'ouvriers agricoles que nous avons enquêtée à Laraos bénéficiait d'un transfert d'aide alimentaire envoyée par des cousins en ville. Ces échanges intra-familiaux de services et de produits, bien que non monétarisés, participent de relations de réciprocité élargie qui contribuent finalement à la survie de chacun des deux pôles : Lima d'une part, où les salaires minima sont bien en-dessous du coût réel du « panier alimentaire » familial. Et Laraos d'autre part, qui a besoin de bras au moment des semis et de la récolte, et d'appuis dans la capitale pour couvrir les frais des fêtes villageoises ou bien faciliter l'accueil d'étudiants ou de nouveaux travailleurs migrants. Il s'agit bien d'un système en interaction.

#### 4. CONCLUSION

L'exemple de la haute vallée du Cañete nous a servi de base pour démontrer qu'à l'instar des risques agricoles, les pratiques de défense contre les risques alimentaires peuvent être réparties selon leurs objectifs entre stratégies de dispersion, d'évitement et de contournement. Ce parallélisme n'est pas un

hasard : dans la logique d'autosubsistance, les réponses aux risques agricoles et aux risques alimentaires sont étroitement imbriquées, formant un ensemble cohérent où dominent les stratégies de dispersion et d'évitement. Cette cohérence se trouve remise en cause par l'intégration de l'économie paysanne au marché, qui conduit à privilégier les stratégies de contournement des risques, tant agricoles qu'alimentaires. D'interdépendantes et complémentaires, les méthodes de lutte contre ces deux types de risques peuvent alors devenir autonomes, voire antagoniques. Ainsi, le stockage d'aliments achetés est une réponse aux risques alimentaires qui possède une autonomie relative vis-à-vis des risques agricoles de l'année en cours. Par contre, l'antagonisme est réel entre le mouvement d'intensification agricole des zones tempérées de fond de vallée, à faibles risques climatiques, et le maintien de certains mécanismes de gestion collective du terroir agricole d'altitude, essentiels pour la sécurité alimentaire des familles les plus pauvres des communautés. Inversement, les pratiques de réduction des risques alimentaires peuvent contribuer à augmenter le niveau des risques agricoles. C'est le cas lorsque la diversification des revenus ruraux décourage l'investissement en travail exigé par la plupart des pratiques de dispersion et d'évitement des risques agricoles (dispersion des semis dans l'espace et le temps, aménagements fonciers...). Il convient donc de prendre en compte la diversité des liens possibles entre ces deux types de risque. La minimisation des risques alimentaires, souvent posée comme objectif des politiques et projets de développement rural, n'est pas un simple synonyme de la régularisation des rendements agricoles.

L'exemple de Laraos permet également de conclure à l'inadéquation de certains concepts et schémas européens pour analyser les sociétés andines. Au lieu d'« exploitations agricoles familiales » aux contours nettement définis, n'observe-t-on pas fonctionner des unités de production où l'agriculture a souvent cessé d'être la ressource principale, et où le processus de prise de décision déborde fréquemment le cadre de la famille restreinte ? Certes l'agriculture reste un « noyau dur » de l'unité de production, comme l'atteste le maintien d'une autoconsommation résiduelle ; mais elle est entourée par un archipel d'activités et de ressources non-agricoles. La gestion et la reproduction de cet ensemble d'activités mettent en jeu différents maillages sociaux : le foyer, la famille élargie, la communauté villageoise, sans négliger le tissage de liens significatifs avec le milieu urbain. Il serait bien entendu abusif d'évoquer ici une résurgence de la complémentarité verticale, dans le sens où l'entend MURRA. Pourtant, comprendre les stratégies mises en œuvre contre les risques en milieu andin exige de reconstruire un objet de recherche qui dépasse une définition strictement agricole et familiale de l'unité de production rurale, et qui intègre la pluri-activité, les relations de réciprocité entre villes et campagnes, et l'effet communautaire.

#### BIBLIOGRAPHIE

- BLAXTER (K.), WATERLOW (J. C.), 1985. — *Nutritional adaptation in man*. Londres : John Libbey, 224 p.
- BROUGÈRE (A. M.), 1984. — Stratégie d'échange et relation de marché : le cas de Sibayo. *Bull Inst Fr Et Andines*, XIII, 1-2 : 63-79.
- DOLLFUS (O.), 1981. — *El reto del espacio andino* Lima : IEP ediciones, 141 p.
- FAO/OMS, 1973. — Besoins énergétiques et besoins en protéines. Genève : OMS, Rapport technique n° 522, 123 p.
- FAO/WHO/UNU, 1985. — Energy and protein requirements. Report of a joint expert consultation. WHO Technical Report Series 724. Genève : OMS, 206 p.

- FERRONI (M.), 1982. — Food habits and the apparent nature and extent of dietary and nutritional deficiencies in the Peruvian Andes. *Arch Latinoamer Nutr*, 32, 4 : 850-866.
- MORLON (P.), 1989. — Du climat à la commercialisation : l'exemple de l'Altiplano péruvien. In : *Le risque en agriculture, à travers champs*, ORSTOM, Paris.
- MURRA (J. V.), 1981. — Socio-political and demographic aspects of multi-altitude land use in the Andes. In : *L'homme et son environnement à haute altitude* Paris : Ed du CNRS : 129-135.
- Réseau Stratégies Alimentaires, 1986. — Le coût de l'autosuffisance alimentaire. In : *Supplément Stratégies Alimentaires, La Lettre de Solagral*, 48 : 5-6.
- ROBERT (P.) *et al.* — Dictionnaire alphabétique et analogique de la langue française. Paris : Le Robert, 2173 p.
- RUMEAU-ROUQUETTE (C.), BREART (G.) et PADIEU (R.), 1981. — Méthodes en épidémiologie. Paris : Flammarion Médecine-Sciences, 306 p.
- SAUTIER (D.), AMEMIYA (I.), 1986. — Estado nutricional y sistemas alimentarios en cuatro comunidades campesinas de Yauyos. *Bull Inst Fr Et And*, XV, 1-2 : 99-132.
- VALLADOLID (J.), SALVATIERRA (H.), NUNEZ (E.), 1984. — Agricultura alto-andina : Rendimiento de papa en una comunidad campesina de Ayacucho. *Boletin de Lima* 34 : 59-66.





## *Chapitre 3*

# **Risque et changements techniques**



## Risque et changements techniques : des relations renouvelées avec l'évolution des systèmes de production

*Les contributions à ce chapitre sont issues de travaux de recherches conduits en Afrique de l'Ouest et Madagascar. La plupart traitent de situations de risques et d'incertitudes auxquels sont confrontées des familles paysannes engagées depuis plus ou moins longtemps dans des processus de changements techniques, D'autres concernent des risques liés au matériel végétal ou induits par des aménagements sur la santé humaine et l'évolution du milieu.*

*C'est reconnaître la double dimension dans laquelle nous devons nous interroger à propos du diptyque risques-changements techniques : l'évolution des systèmes de culture, d'élevage et de production et plus largement des collectivités paysannes ; l'évolution des ressources du milieu en rapport avec l'utilisation qui en est faite.*

*Cependant, l'autre question essentielle est de savoir comment s'initient, se mettent en place et sont appropriés les changements techniques en milieu rural et quelle est la part faite à la maîtrise des risques.*

*Comme il est montré dans le premier chapitre, l'activité de production agricole est soumise à de nombreux aléas. Dans le second, sont analysées les raisons qui font que la recherche d'une sécurité et d'une régularité des productions est un objectif majeur que les familles paysannes essaient d'atteindre à travers l'agencement de leur système de production. On ne peut dire pour autant que les risques vécus ou perçus sont l'unique moteur des changements techniques. Ceux-ci peuvent en effet s'inscrire entre les extrêmes d'une crise et d'une relative prospérité.*

*En tout état de cause, les changements techniques posent aux acteurs les problèmes de décisions stratégiques, de savoirs techniques et de capacités de mise en œuvre.*

*Dans les situations africaines considérées ici, les systèmes de production sont orientés vers l'obtention de revenus monétaires tout en préservant une certaine autonomie alimentaire. Cette intégration à l'économie marchande, plus ou moins marquée selon les régions, favorise l'introduction de nouvelles techniques de production et de mise en valeur du milieu. Elle permet, par l'obtention de revenus et parfois d'accumulations, d'assurer une meil-*

leure sécurité alimentaire et la réalisation d'objectifs sociaux (éducation, santé, développement des unités de production...).

En contrepartie et de façon inégale entre les exploitations, apparaissent des risques touchant à la sécurité des revenus (rapports coûts-prix et leur évolution), à la disponibilité d'intrants, à la maîtrise des techniques, aux possibilités des changements techniques. C'est que, pour la plupart des productions destinées à fournir des revenus monétaires, le fonctionnement des exploitations reste très dépendant de dispositifs de vulgarisation et de commercialisation ayant leurs propres problèmes de fonctionnement lorsqu'ils ne sont pas éphémères.

Cette dépendance est beaucoup moins marquée pour la production de vivriers dont le marché est considérablement élargi du fait de l'urbanisation accélérée. Cependant l'incertitude sur la qualité des produits, la mise en marché et les variations brutales de prix sont souvent la règle. Les stratégies de production deviennent dépendantes de la mise en place de filières marchandes informelles et de facilités de transport. Le changement de statut de certaines cultures vivrières, où les femmes avaient un rôle essentiel, s'accompagne alors souvent d'un contrôle des hommes sur les revenus issus de la vente.

Les changements techniques s'inscrivent dans une histoire sociale et agraire. Diversifiée selon les écologies et les groupes ethniques d'origine, elle codifiait de façon plus ou moins rigide les rapports des hommes entre eux et avec l'espace cultivé ou non. Les pratiques de productions (choix des parcelles cultivées, répartition des activités manuelles tout le long des cycles de culture, mise en jachère...), de stockages (notamment dans les milieux à longue saison sèche) de consommations, d'échanges et d'accumulations s'articulaient dans le cadre de rapports sociaux. La limitation des risques d'insécurité alimentaire était sans conteste un des aspects majeurs recherché pour l'agencement de ces différents volets du fonctionnement des systèmes de production.

Les collectivités paysannes, par la connaissance des espaces qu'elles contrôlaient, des possibilités d'exploitation des ressources du milieu dans le cadre des technologies manuelles qu'elles maîtrisaient, la transmission de celles-ci entre générations, ne connaissaient guère de divorce entre conception et exécution technique. Les limites face aux risques (notamment avec la croissance démographique) ont été développées dans le chapitre précédent.

C'est sur ce fond que s'est mise en place et développée une nouvelle agriculture initiée de l'extérieur des sociétés agraires, d'abord à travers des cultures nouvelles destinées à l'exportation, puis des aménagements rizicoles, des projets de développements sectoriels, régionaux, intégrés... soutenus par les institutions de recherche et de vulgarisation.

Ce n'est pas ici l'endroit de détailler l'histoire de la structuration des politiques agricoles. Des études de cas exposés dans les contributions reconstituent ces aspects lorsqu'ils sont nécessaires à la compréhension des faits.

Pour cadrer l'articulation risques-changements, il est

cependant nécessaire de souligner certaines tendances de la façon de voir et d'agir existant au départ qui ont pu laisser des traces :

— La production vivrière, pivot de l'organisation des systèmes de production, n'était guère l'objet d'analyse en vue d'amélioration technique (associations culturales, technologies manuelles). La recherche et surtout les actions de vulgarisation ont longtemps été centrées sur les cultures de rente pour lesquelles l'ensemble de la conduite technique était codifiée de façon telle qu'il n'y ait pas ou peu d'interpénétration avec les systèmes de culture antérieurs.

— Des stratégies de cultures intensives (cultures pures, travail du sol, apports d'engrais minéraux, luttés contre les ravageurs et calendriers de travail stricts) sans nécessaire référence aux autres activités, conduisant à des pratiques agricoles différenciées au sein des systèmes de production.

— La fourniture d'intrants et l'accès à de nouveaux moyens de production indexés à la pratique des cultures encadrées dont le coût parfois peu explicité est déduit des résultats de production au moment de la commercialisation.

— Les objectifs de productions sectorielles primant sur le reste, un relatif désintérêt vis-à-vis des processus d'accumulation et de différenciation économique et sociale (stratégies foncières) des groupes familiaux et des aspects d'aménagement des terroirs face aux dégradations des sols et des couvertures végétales.

— Le développement des cultures commerciales, du fait des exigences édaphiques et surtout climatiques a entraîné des différenciations économiques régionales marquées et favorisé une migration saisonnière ou définitive de main d'œuvre agricole d'abord masculine et jeune à partir de zones périphériques ou lointaines non touchés par ces changements.

Actuellement les changements techniques s'opèrent le plus souvent sous l'égide d'organismes de développement à vocation régionale et polyvalente. Aussi bien de leur côté, que celui des institutions de recherche le temps des certitudes sur la pertinence des démarches antérieures est révolu. Les changements techniques, selon leur nature (du changement d'une variété à l'introduction de nouvelles cultures ou de la mécanisation) ne mettent pas en cause les mêmes ensembles qui s'articulent dans les processus de production (parcelle, sole, système de culture, système de production, terroir). Les pas de temps à considérer pour la maîtrise technique ne sont pas les mêmes non plus.

Les méthodologies de recherche et d'action s'orientent donc vers la prise en compte du fonctionnement des unités de production, de la diversité des objectifs et des moyens des familles paysannes, de la durée et de la stabilité nécessaire à la maîtrise des changements et de leur pérennité.

Ces objectifs pour être atteints nous semblent devoir envisager, notamment pour la prise en compte des différents risques touchant la production agricole :

— *L'amélioration des méthodes de diagnostic qui ne peuvent exclure les conditions d'élaboration des rendements et de mise en œuvre des itinéraires techniques.*

— *La production de références techniques et économiques régionalisées, croisées avec les types de fonctionnement des exploitations.*

— *La réalisation de typologies d'exploitations et de milieux d'équi-problématique vis-à-vis du changement technique.*

— *Le suivi, par une articulation d'approches intensives et extensives, de l'évolution technique, économique et sociale des systèmes de production et de l'évolution des milieux.*

— *Une analyse des fonctions à remplir par l'encadrement par rapport aux besoins des agriculteurs et de leur nécessaire évolution.*

*La restitution convaincante du vécu de la population d'un village Toucouleur en basse vallée du Sénégal (A. LERICOLLAIS), constitue une transition évidente avec le chapitre précédent. Il décrit en effet les risques et incertitudes auxquels sont confrontés les agriculteurs avant et après l'aménagement d'un grand périmètre irrigué en 1975, puis d'un petit périmètre en 1984.*

*L'idée d'une agriculture « sécurisée et productive » face à l'antérieure, à « hauts risques », est mise à mal.*

*Le niveau d'intensification retenu dans les grands périmètres nécessite une prise en charge, par la logistique d'encadrement, de travaux mécanisés, de fournitures de semences et d'intrants de conseils techniques. Cela fait un prix de revient du riz largement supérieur au prix à la consommation encore plus élevé que de celui d'importation à l'époque. De plus, du fait des coûts de production récupérés lors de la vente, il existe une sensibilité très forte des revenus des paysans aux baisses de rendements dont ils ne sont pas toujours responsables. Ils sont placés parfois en situation d'endettement, de conflit, ou d'obligation d'abandon. La culture du riz, ambivalente, répercute ces risques sur le plan du disponible alimentaire. Les revenus monétaires dégagés seulement après la récolte ne peuvent résoudre les problèmes de trésorerie en cours de campagne.*

*S'agissant des cultures maraîchères, au-delà des fortes variations de production, c'est la mise en marché qui est hasardeuse. Elle oblige les agriculteurs à s'y investir directement, à composer avec les filières de commercialisation sur les marchés locaux ou lointains, avec les risques que cela comporte.*

*Ce type d'aménagement s'il est mal maîtrisé par chacun des partenaires, ou sans procédures de régulation financière interannuelle, s'avère toujours dangereux pour les agriculteurs (qui doivent parfois se démettre), mais aussi pour l'institution de développement. Elle doit rechercher des subventions, réviser à la hausse les charges de culture ou se décharger de certaines fonctions de gestion antérieures sur les paysans.*

*Les petits périmètres s'avèrent, à cet égard, être moins grévés de charges et d'emblée plus responsabilisants pour*

les paysans. Leur pérennité reste alors dépendante des capacités techniques et de l'organisation solidaire que peuvent acquérir les groupes paysans. Ceci renvoie aux liens sociaux antérieurs, aux organisations nouvelles autour de l'activité commune et au dynamisme des leaders.

La maîtrise de l'eau en culture de riz irrigué, aux différents stades de la culture, s'avère bien être encore l'élément primordial dans deux systèmes décrits par C. BLANC-PAMARD à Madagascar. L'un concerne les hautes terres centrales de l'Imérina de longue tradition paysanne, l'autre les périmètres gérés depuis 1961 par la SOMALAC autour du Lac Alaotra.

Dans le premier cas, la « maîtrise » est liée à l'attention précise portée au démarrage irrégulier de la saison pluvieuse à la circulation et aux niveaux de l'eau sur les rizières. Il s'agit de jouer au maximum sur le contrôle de l'eau pour le travail du sol initial, la température pour les semis et repiquages et la lutte précoce contre les adventices.

Dans le second exemple, se côtoient des agriculteurs autochtones sans tradition rizicole initiale et des immigrants attributaires de lots, attirés par les possibilités de revenus monétaires sur cette culture connue d'eux. La SOMALAC ne peut obtenir l'intensification maximale qu'elle recherche (repiquage du riz plutôt que semis) et pour laquelle elle est mandatée. Les rapports conflictuels sont cristallisés sur la fourniture d'eau dans les parcelles. Elle ne peut être assurée de façon satisfaisante sur tous les lots du fait de la dégradation du périmètre. Les pratiques individuelles subversives pour obtenir de l'eau à tout prix sur les casiers ajoutent au dysfonctionnement général.

L'ensemble des problèmes techniques rencontrés ne se réduisent par seulement à ces aspects comme le montre une autre publication de l'auteur<sup>1</sup>. La « dépendance » nous paraît bien relative à l'heure actuelle.

Sous la façade d'un cahier des charges initial codifiant les engagements des attributaires : des lots de 4 à 5 ha. à conduire avec la culture attelée en faire valoir direct, le périmètre et ses alentours sont des lieux d'enjeu sur l'espace agricole et en matière d'accumulation économique (tracteurs). Les lots du périmètres ont des statuts réels variés et mobiles (métayage, locations, réattributions).

L'encadrement, fixé sur des schémas normatifs de conduite de culture, sans référence aux modes de fonctionnement différenciés des attributaires ou pseudo-attributaires ne semble guère pouvoir réviser ses fonctions de conseil.

À Karakpo, petit village Sénoufo, près de Boundiali dans le nord de la Côte d'Ivoire, X. LE ROY juge, à partir d'une évaluation des activités agricoles entre 1975 et 1985, des interactions entre cultures commerciales et vivrières.

---

1. BLANC-PAMARD (C.), 1987. — Systèmes de production paysan et modèle rizicole intensif : deux systèmes en décalage. L'exemple des riziculteurs de la SOMALAC sur les hautes terres centrales de Madagascar. *Cah. ORSTOM, sér. Sci. Hum.* 23 (3-4) : 507-531.

*Le développement régulier des cultures cotonnières, ici sous l'égide de la CIDT, est l'événement majeur de l'évolution villageoise, reflet d'une évolution spectaculaire depuis les années 60 sur les régions de savanes ivoiriennes.*

*Elle est liée à la maîtrise d'une filière de vulgarisation, de fourniture d'intrants avec crédits de campagne, de commercialisation à prix connus d'avance et de transformation d'un produit qui ne peut échapper à sa tutelle. À ces éléments, inscrits dans la durée et le pragmatisme, nous pouvons ajouter une force de négociation vis-à-vis de l'état sur l'évolution des prix, des subventions sur les intrants et le matériel pour préserver la rémunération du travail des agriculteurs, condition d'un développement de la filière. Mais il y a aussi le fait que cette culture pluviale, du fait d'une fructification échelonnée et d'une protection phytosanitaire, présente, face aux aléas pluviométriques, une variabilité interannuelle des rendements beaucoup plus faible que les céréales (riz, maïs...) à périodes critiques de sensibilité à la sécheresse marquées.*

*Face à cela, l'explosion temporaire de la culture du riz sur les zones de bas fonds jusqu'alors peu cultivées, sans vulgarisation spécifique initiale, suit l'augmentation brutale du prix d'achat du riz aux producteurs en 1974. Elle rappelle la sensibilité et la possibilité qu'ont ces systèmes à réagir à des niveaux de prix. Les problèmes de commercialisation et la baisse des prix ont rapidement fait disparaître cette culture des stratégies monétaires, confortant le coton comme source essentielle de revenus. Le cas de l'arachide où comme pour le riz inondé, les femmes ont un rôle important, correspond à un élargissement du marché et au passage de collecteurs privés sur le village.*

*L'auteur indique que, dans ce terroir, où l'espace non cultivé est abondant, s'il n'y a pas d'interpénétration des cultures pluviales vivrières et cotonnières, il y a concurrence de travail à certaines époques de la saison pluvieuse au détriment des résultats de production. Le calendrier agricole est chargé aussi bien pour les femmes que les hommes. Le système devient peu apte, en technologie manuelle, à assurer correctement certaines opérations culturales face à certaines situations climatiques ou de développement d'adventices.*

*Le développement spectaculaire de la culture attelée, ici peu présente, à permis la poursuite de la progression des surfaces cultivées en coton en zone soudanienne grâce au gain productivité du travail sur les phases d'installation et d'entretien de la culture. Les rendements y sont en moyenne ceux de la conduite manuelle et le système quasi itinérant de la culture cotonnière n'a guère été modifié. Ceci ne manque pas d'être inquiétant dans certaines situations et (ou) à moyen terme.*

*La prédominance nette du coton comme source de revenus et comme pivot des changements techniques dans ces régions de savane présente certains risques.*

*— L'effort de développement rural risque de se concentrer dans les zones où le « modèle coton » fonctionne, alors que cette société a depuis 1981 un mandat régional et non plus sectoriel. Dans certaines zones, le riz, l'igname*



sont prédominants ou bien les conditions de gestion du milieu sont différentes.

— La crise récente du prix mondial a montré que le déficit de cette filière pouvait poser des problèmes de régulation financière à l'état.

N. GERMAIN et J. C. POUSSIN, à propos de la motorisation intermédiaire en zone à deux saisons pluvieuses plus au sud, toujours sous l'égide de la CIDT, traitent des stratégies et tactiques d'assolement en relation avec les pluviométries attendues et réelles de la première phase pluvieuse. Dans cette zone de transition entre une et deux saisons pluvieuses, ils montrent l'interrelation du régime de pluviosité avec les surfaces moyennes des cultures de 1<sup>er</sup> cycle. Cependant, d'une année à l'autre les variations peuvent être fortes du fait des conditions climatiques réelles, des successions de culture et de l'enherbement spontané. La gestion technique de la motorisation intermédiaire (cellule motrice Bouyer) ne s'y pose pas dans les mêmes termes que plus au nord où le régime unimodal des pluies est net.

L'oubli des interactions entre type de milieu (terrain-sol-végétation-climat) et gestion technique (outils-cultures-intrants) peut-être source de difficultés à travers des matériels ou des conseils inadaptés.

En agriculture de plantation, J. L. CHALEARD évalue les risques actuels touchant à la production, à la commercialisation et aux prix de trois types de cultures d'un département du sud-est de la Côte d'Ivoire forestière : le café et la cacao (« les cultures du moindre risque »), la banane (« une culture à risque »), les cultures maraîchères (« les risques de vente »).

Les plantations de café et cacao, conduites en extensif, ont des rendements faibles mais peu variables. Les risques sont partagés avec la main d'œuvre payée lors de la récolte au tiers ou la moitié de la récolte. La commercialisation est assurée et les prix sont stables.

La culture bananière d'exportation, par contre, fournit des revenus par ha de 6 à 10 fois ceux du café-cacao, mais s'accompagne de coûts d'intrants élevés, d'une rémunération mensuelle de la main d'œuvre, de variations fortes de rendement liées à l'insuffisante maîtrise technique et la sécheresse. La qualité des fruits est contrôlée lors du groupage à l'exportation et les prix varient du simple au double en cours d'année. L'assise financière et la technicité deviennent deux atouts majeurs. L'auteur observe une régression du nombre de planteurs.

Les cultures vivrières pour la vente se développent, en rapport avec le marché Abidjanais. La pratique des cultures maraîchères encadrées ou non est donnée en exemple.

Dans le premier cas, sur un périmètre géré depuis 1970 les revenus des ventes sont parfois inférieurs aux coûts de production élevés. La limitation des risques passe entre autres par un fractionnement des lots sur l'espace du périmètre, mais surtout par une régulation économique (coopérative).

*En situation non encadrée, sous conduite manuelle, les coûts de production sont inférieurs, les rendements aussi.*

*Les risques de variations des cours et de mévente deviennent essentiels pour tous, comme dans le cas de la vallée du Sénégal. Ici, la capitale est à 50 km, la route est goudronnée...*

*Dans cette région, la saturation foncière remet en cause par endroit la pérennité du système de plantation café-cacao avec ses modes de fonctionnement antérieurs (croissance continue des superficies plantées après défriche de forêts, gestion de la main d'œuvre par intéressement à la production). L'intensification sur le café et cacao est le fait de cas isolés, hors types. C'est plutôt vers une polyculture commerciale que l'auteur voit l'évolution des systèmes de production des petits exploitants à la recherche de revenus dans un souci de répartition des risques.*

*F. et Th. RUF, précisent, pour ce qui est de la production caféière, « les risques de l'intensification » en considérant les cas de la Côte d'Ivoire et du Togo. La conduite plutôt extensive des paysans est confrontée à celle plutôt intensive (en travail et intrants) de la recherche agronomique. Un modèle marginaliste classique reliant l'intensité d'entretien et la valeur de la récolte justifie les pratiques paysannes. Ils rappellent le déplacement de l'optimum agroéconomique d'un facteur, (ici la quantité de travail), en retrait du maximum obtenu pour ce facteur. Celui-ci est accentué lorsque la pente de la droite de coût augmente (ici coût de main d'œuvre) ou lorsque la fonction de production est déplacée vers des valeurs inférieures (sécheresses, prix de vente, métayage qui doit prendre à sa charge le facteur de production, vieillissement du verger).*

*Cependant la réalité est plus complexe à travers les stratégies des différents acteurs : ceux qui contrôlent le foncier, ceux qui constituent la force de travail. Les termes de négociation sont variés et liés notamment à l'état et l'âge des plantation (c.a.d. le rendement attendu pendant le contrat).*

*Les changements techniques se justifient lorsqu'ils contribuent à contrecarrer les risques liés à la rarefaction des facteurs de production (travail et terre). Ils nécessitent la mise en place de crédits. Le jugement final reste qu'il faut « partir de situations paysannes puis proposer des adaptations et des ajustements successifs ».*

*Un exemple en est donné en annexe par J. P. VAUTHERIN et F. RUF pour l'intensification caféière dans la région du centre-ouest ivoirien. Face à l'état de vieillissement du verger, des variantes sont proposées en alternative à l'opération classique de recépage trop brutale et peu acceptée.*

*Les programmes d'amélioration génétique des plantes cultivées constituent souvent l'épine dorsale des institutions de recherche agronomique tropicale. Les résultats obtenus sont incontestables et continus :*

*— augmentation des index de récolte, des qualités technologiques et nutritionnelles, des résistances aux maladies*

— amélioration des rendements à travers une meilleure réponse aux facteurs de production

— adaptation des variétés à différentes conditions de milieu (longueur de cycles, états du profil hydrique, tolérance vis-à-vis des sols acides...).

Néanmoins, l'expression du potentiel des variétés améliorées est souvent conditionnée par la mise en œuvre conjointe de techniques culturales et d'intrants (d'où la notion de paquets technologiques). Elle s'accommode parfois difficilement des pratiques culturales en vigueur et des faibles moyens disponibles dans les systèmes de production agricole. Leur supériorité n'est pas la règle en conditions de faibles intrants. La variabilité interannuelle des rendements, liée aux aléas climatiques, reste importante sous fertilisation élevée notamment pour les céréales.

A. DE KOCHKO et M. NOIROT montrent la nécessité de disposer d'une variabilité génétique suffisante à partir de la collecte de variétés traditionnelles ou encore sauvages dont le risque de disparition est évident. Ces banques de gènes sont nécessaires pour conduire les sélections dans le sens d'une adaptabilité aux différentes conditions de milieu et aux risques de maladies à moyen et long terme.

Dans le cas des riz traditionnels du sud-ouest ivoirien, la forte variabilité suggérée par les nombreuses appellations vernaculaires n'est qu'apparente. L'analyse enzymatique des échantillons prospectés révèle en fait une très faible diversité génétique et donc une faible adaptabilité potentielle.

Les aménagements majeurs de l'espace entraînent des répercussions multiples et importantes. Ils interviennent sur des milieux dont les régulations complexes sont sources d'incertitudes (autant sur les effets précis que sur la date d'apparition de ces effets).

L'aménagement d'une rizière dans la région de Bobo-Dioulasso en Burkina Faso a entraîné un accroissement considérable et attendu de la densité d'anophèles vecteurs du paludisme. Cependant, dans ce cas précis, les conditions particulières d'éthologie du vecteur doublées de mesures préventives font que la transmission du paludisme à l'homme est diminuée en comparaison avec les villages de savane environnants (V. ROBERT, P. GAZINE et P. CARNEVALE). Ceci montre que la prévision des répercussions doit être prudente et sans a priori systématique.

J. Y. LOYER analyse les risques d'évolution défavorable de la salinité des eaux et des sols avec le développement de l'irrigation en zone sahélienne. La concentration des sels solubles dans les retenues d'eau de surface peu profondes et dans les sols par remontées capillaires peut provoquer une dégradation des terres avec des répercussions sur les rendements, voire leur aptitude à la poursuite des cultures.

L'auteur examine les cas précis de la basse vallée du fleuve Sénégal et de la nappe profonde Sénégal-Mauritanienne. Des possibilités de contrôle ou de réhabilitation existent mais ne sont pas toujours mises en œuvre actuellement.

*Ainsi, dans le domaine des effets induits sur les milieux par les changements techniques, la maîtrise des risques, parfois peu perceptibles à court terme, passe par la mise en œuvre de modèles de prévision. Le suivi des évolutions réelles aptes à justifier des mesures de prévention ou de correction reste nécessaire.*

Claude FILLONNEAU  
Agronome ORSTOM  
Centre ORSTOM  
Laboratoire d'Études Agraires  
BP5045  
34092 Montpellier cedex

# ***Risques anciens, risques nouveaux en agriculture paysanne dans la vallée du Sénégal***

André LERICOLLAIS \*

Le terme de risque est employé ici dans son sens premier et commun de péril, de danger plus ou moins prévisible, de dommage éventuel. L'analyse de l'amplitude et de la fréquence des variations qui affectent les facteurs de production, est le moyen de rendre compte de l'aléa, mais pas des risques tels qu'ils sont supportés par les intéressés. La gravité s'en mesure, après que les producteurs aient mis en œuvre les parades aux inconvénients qui en résultent. C'est en prenant en compte les pratiques et en se référant aux économies paysannes que les risques seront mis en évidence.

Dans les milieux sahéliens les cycles agricoles rencontrent des contraintes écologiques, soumises à des variations aléatoires. Les conséquences enregistrées au niveau de la production sont graves parce que le gradient de ces variations est extrême et qu'elles atteignent les potentialités déjà très faibles des systèmes agricoles. Les exploitants redoutent, en premier lieu, ces écarts. Dans la vallée du Sénégal qui nous intéresse ici, les pratiques paysannes anciennes témoignent, pour les différents milieux exploités, d'une connaissance précise des contraintes naturelles, mais leur capacité à s'accomoder des aléas écologiques a ses limites. L'efficacité de la réponse tient à la nature et à l'ampleur de la perturbation. Les « accidents » n'atteignent pas, sur toute leur étendue, les terroirs et les parcours. Les risques ne se manifestent pas partout avec la même intensité.

Les risques auxquels les paysans de cette région sont confrontés n'ont pas que des origines écologiques ; là comme ailleurs, les réductions imprévues des capacités en travail gênent l'accomplissement des travaux et par conséquent affectent les résultats. L'émigration de la force de travail, fait majeur dans cette région, mérite que l'on s'y arrête, au-delà des perturbations qu'elle occasionne dans le déroulement des travaux agricoles. Elle est souvent perçue comme la conséquence directe des baisses catastrophiques de la production. Certes elle est l'issue, pour les plus démunis pris au dépourvu, lors des graves crises de subsistance ; mais elle résulte, le plus couramment, d'une décision délibérée inscrite dans un projet familial, qui justement vise en premier lieu à soustraire le groupe aux risques jugés inéluctables, aggravés par la pression démographique et la dégradation de l'environnement. De fait, toutes les composantes

---

\* Géographe ORSTOM, Centre ORSTOM, BP 1386, Dakar (Sénégal)

sociales et ethniques de la population riveraine participent aux migrations depuis plusieurs décennies. La stratégie anti-risque passerait par une véritable dispersion de la population active. L'exode rural serait-il, avant tout, une tentative « d'élargir » les systèmes de production locaux ?

Avec les cultures irriguées, diffusées récemment et en progression constante, il est question d'une agriculture « sécurisée », alors que l'éventail des risques s'ouvre. Les accidents de tous ordres au cours des cycles végétatifs, l'insuffisance imprévue en moyens techniques, la variation inopinée du prix des intrants et du cours des produits s'opposent à la réalisation des objectifs. Dans des systèmes de culture comportant dorénavant des charges élevées et destinant une fraction importante de la production à la vente, la chaîne des incertitudes s'est allongée ; mais la diversification des facteurs de risque signifie-t-elle, pour autant, aggravation du risque ?

Les paysans découvrent l'ampleur des perturbations et réagissent avec les techniques et les moyens locaux, à moins que d'autres instances n'interviennent. Il s'avère que les exploitants, en fonction du statut social, du lignage, de l'âge — autrement dit, de leur situation foncière, de la disponibilité en équipement et en force de travail — apparaissent plus ou moins exposés. Avec les innovations adoptées par les systèmes d'exploitation anciens et la mise en place de l'agriculture irriguée, la production est-elle mieux assurée ? Finalement, les dommages ne peuvent s'apprécier qu'en considérant la destination et la fonction prévues pour les productions. Tous les modes d'exploitation agricoles comportent des pratiques contre-aléatoires, afin d'atteindre les objectifs de production, quelles que soient les circonstances. Il reste à en apprécier l'efficacité.

## 1. RISQUES ANCIENS ET PRATIQUES CONTRE-ALÉATOIRES

Dans la vallée alluviale du Sénégal, les pratiques paysannes anciennes se fondent sur la connaissance des contraintes naturelles. La présence d'une population riveraine nombreuse pourrait indiquer que les techniques de production avaient pris la mesure des faits et rythmes écologiques et que les paysans parvenaient à conjurer les effets de leur variabilité extrême. L'histoire des crises de subsistances aux siècles passés aussi bien que les conséquences des sécheresses qui se sont succédées pendant les deux dernières décennies prouvent que les systèmes d'exploitation n'avaient pas cette capacité !

Les modes d'exploitation anciens tiraient parti des terres et des eaux de la vallée alluviale, et de l'espace sahélien situé en bordure, en suivant les rythmes des saisons et les débits du fleuve. Les risques dûs à l'environnement écologique étaient alors considérables vu l'ampleur de ses fluctuations et le faible degré d'artificialisation qu'impliquent les pratiques paysannes et pastorales.

Le village toucouleur de Guia, situé sur l'un des bras du fleuve — le Doué — à quelques kilomètres de la petite ville de Podor, servira à présenter les composantes des systèmes agricoles riverains. Cet exemple vaut surtout pour la moyenne vallée aval, la partie la plus sahélienne de la vallée du Sénégal.

Jusque vers 1970, les habitants du village pratiquaient principalement :

— la culture de décrue sur berge ou dans la plaine alluviale — *walo* — en saison sèche,

— les cultures pluviales sur les levées alluviales et dans les dunes de bordure en hivernage,

- l'élevage sur les terrains de parcours de la vallée et des bordures sahéliennes,
- la pêche dans le cours du fleuve et dans la zone d'inondation.

Prenons chacune de ces activités. Les limites de leur « élasticité » face aux aléas écologiques montrent où commencent les risques graves de cette origine.

La culture de décrue a lieu après le retrait des eaux sur les parties basses de la plaine alluviale et le long des berges des cours d'eau. Le cycle végétatif, notamment celui du sorgho — la culture principale — a lieu de décembre à mars, et se fonde sur les réserves hydriques du sol. Trois caractéristiques de la crue importent pour ce mode d'exploitation :

- 1) l'ampleur de la crue qui détermine l'étendue des surfaces inondées
- 2) la durée de submersion ; trois semaines sont nécessaires pour l'imbibition totale des sols les plus argileux
- 3) la date de décrue ; les semis se font une dizaine de jours après le retrait des eaux et doivent se placer après les chaleurs de fin d'hivernage et avant les basses températures de la saison fraîche, à la fin novembre ou au début décembre dans cette région.

La courbe de la crue et le cheminement des eaux dans la topographie locale donnent aux terroirs exploitables des configurations très variables. L'exploitation paysanne tente de s'accommoder des conditions créées chaque année par la crue. Les parcelles des cuvettes de décrue et du terroir de berge sont orientées dans le sens de la pente : quand la cuvette est drainée par un talweg rectiligne le parcellaire prend la forme d'un bloc laniéré perpendiculaire à son tracé. En outre, les paysans disposent généralement de parcelles dans des cuvettes hautes et basses. Ainsi, quelle que soit l'ampleur de la crue, chaque famille est en mesure d'exploiter une partie de ses parcelles. Cette culture s'accommode des fluctuations ordinaires du régime du fleuve. En terme de risque il faut souligner que pour ce mode d'exploitation, les principaux travaux commencent après la décrue en connaissance de cause. Il n'y a pas pari sur les conditions hydrologiques de l'année. Sur ce plan l'incertitude porte sur les années futures. En cas de crue très déficitaire, les surfaces exploitables se réduiront à un étroit liseré au creux des cuvettes et le long des cours d'eau.

L'autre risque majeur pour les cultures de décrue provient des attaques de la faune prédatrice en cours et en fin de cycle : acridiens, oiseaux mange-mil, petits rongeurs, singes, phacochères... sans oublier les troupeaux mal gardés. L'importance des dégâts dépend des techniques de défense, de la situation plus ou moins exposée des parcelles, de la vigilance des gardiens. Les chasses collectives préventives, les parcelles regroupées en bloc, la mise en place de clôtures, le déboisement des bordures contribuent à limiter les risques. Un gardiennage assidu mettant en œuvre tout un arsenal de techniques, parvient à les limiter à moins de 20 % de la récolte ; mais celle-ci peut être totalement détruite par des invasions exceptionnelles de rongeurs, d'acridiens, d'oiseaux, ou saccagée par les incursions nocturnes de singes, de phacochères.

Le risque en culture de décrue dépend finalement du mode d'accès à la terre des exploitants. Plus que pour les autres activités il se relie au statut social des paysans. Les familles réputées les mieux dotées sont celles qui disposent de surfaces importantes, mais aussi qui tiennent des terres inondées en cas de crue déficitaire. Elles perçoivent pour les champs prêtés des redevances en nature pouvant atteindre la moitié de la récolte, et disposent de parcelles exploitables dans toutes les situations. C'est dire combien les gens de

basse condition, contraints de cultiver en position défavorable, en ne conservant qu'une fraction de la production, sont exposés au risque agricole dans ce système de culture.

Les techniques de culture n'ont guère changé dans le walo. La préparation des champs, les semis, les sarclages continuent à se faire à la main avec les mêmes gestes et les mêmes outils que par le passé. Il n'y a guère eu d'amélioration des plantes cultivées, pas d'engrais, pas de traitements chimiques hormis les campagnes de lutte anti-aviaire et anti-acridienne qui ont réduit les risques de destruction des récoltes.

Les cultures d'hivernage ont lieu sur les levées de la vallée alluviale et sur les dunes de bordure. La contrainte majeure est alors la rareté et l'irrégularité des pluies. Les pratiques paysannes, comme ailleurs au Sahel, doivent s'adapter à cette contrainte bien connue, par le recours à des variétés à cycle court peu exigeantes en eau, par l'utilisation dans les bas-fonds plus argileux de l'eau qui s'y rassemble et des réserves hydriques du sol.

Dans la région de Podor ces cultures étaient un véritable pari. Les gens de Guia se fixaient sur les dunes situées à une vingtaine de kilomètres au sud du village, avant les pluies, pour défricher et enclôre les champs avec les épineux, puis semer ; avec une faible probabilité de récolter. Ces dernières années les melons, le petit mil, le haricot niébé, les hibiscus ont très peu produit. Avec les sécheresses successives le terroir lui-même se dégrade par les transports éoliens des sables en sommet de dune, le glaçage des sols, la raréfaction des épineux *acacia* et *balanites*, la disparition des haies vives d'euphorbes. Au fil des années les paysans ont abandonné ces terroirs devenus stériles. L'équilibre ancien entre un engagement en travail relativement faible et des cultures diversement productives s'est rompu du fait de contraintes écologiques plus rigoureuses. Aucune innovation technique, dans la région, n'a pu s'opposer à ces abandons. Les paysans ont cherché, vu ces conditions, à s'employer ailleurs.

L'élevage, dans la région de Podor, est surtout le fait des groupes peul mais les villageois possèdent des troupeaux qu'ils confient à des bergers. L'élevage connaissait deux types de risques : la maladie et la faim. Les animaux atteints de déficiences physiologiques étaient décimés par les grandes épizooties. La sécheresse en raréfiant le pâturage aggravait la soudure de la fin de saison sèche, provoquant des hécatombes. Les pratiques pastorales tentaient de neutraliser ces menaces. Dans la vallée du Sénégal, en temps ordinaire, la transhumance permettait de tirer parti des eaux de surface et des eaux pérennes du fleuve, des pâturages du *walo* et des parcours des bordures sahéennes, en fonction des saisons. Les eaux du fleuve et les espaces herbacés ou arborés de la vallée alluviale concentraient les troupeaux avant que les pluies régénèrent le pâturage sahéen.

L'élevage s'accommode généralement mieux de la sécheresse que les cultures ; le pâturage supporte moins mal les déficits et l'irrégularité pluviométriques. Par leur mobilité les troupeaux échappent aux aires stérilisées par la sécheresse et le feu de brousse. Ce n'est que dans le cas d'une sécheresse totale et de vaste extension que les éleveurs sont contraints de liquider une partie de leurs bêtes, d'abattre les moins résistantes et de recourir à des transhumances à grande distance, très hasardeuses, pour tenter de sauver la partie la plus vigoureuse du troupeau. Dans cette situation les troupeaux des villageois apparaissent nettement plus exposés. Ainsi au cours des dernières quinze années les gens de Guia ont quasiment perdu tous leurs bovins.

Avec les épizooties, les éleveurs parvenaient à diviser et à réduire le risque en dispersant le cheptel dans plusieurs troupeaux, et en déplaçant régulièrement les lieux de stabulation. Les services vétérinaires, à l'époque coloniale et



depuis, ont agi efficacement pour la santé animale ; tandis que les services de l'hydraulique multipliaient, dans l'espace sahélien du Ferlo, les points d'abreuvement permanent.

Le pâturage, quant à lui, est resté en l'état. Il s'est réduit en surface du fait de l'extension générale des espaces mis en cultures. Les charges excessives en bétail ont eu pour effet de le dégrader durablement, d'où les hécatombes survenues lors des années de sécheresse.

Des perspectives d'amélioration de l'élevage se fondent sur l'utilisation de sous-produits de la culture irriguée — paille de riz, mélasse de canne à sucre —, à défaut de produire des fourrages artificiels. Une meilleure organisation des filières marchandes vers les marchés urbains conduirait à une gestion des troupeaux davantage orientée vers la commercialisation, et permettrait des déstockages moins catastrophiques à la suite des sécheresses.

La pêche était une ressource importante à l'échelle de la vallée, et le poisson l'une des bases des régimes alimentaires.

Les quantités pêchées varient en fonction de l'abondance du poisson vivant dans les eaux du fleuve. La reproduction se fait en hivernage et cesse en saison fraîche (en novembre-décembre). Les alevins se développent rapidement dans les eaux de la crue puis sont charriés au moment du retrait des eaux vers les fosses du lit mineur. La pêche accuse des variations inter-annuelles importantes liées à l'irrégularité de la crue. L'étendue et la durée de la submersion conditionnent une bonne reconstitution du stock de poisson vivant dans le fleuve. La pêche annuelle moyenne, estimée à environ 30 000 tonnes dans les années 1950, a diminué de moitié dès la première crue très déficitaire, en 1968. Puis, avec les sécheresses successives ou très rapprochées de la dernière période, la réserve ne s'est plus reconstituée et la production locale est demeurée au plus bas.

Guia était un lieu de pêche réputé. Le *walo*, au sud du village, est large et pénétré par plusieurs marigots dont les berges étaient boisées. En hivernage, au moment des hautes eaux, les pêcheurs, se rassemblaient le long de ces cours d'eau poissonneux. Le village comptait quelques familles pêchant toute l'année, tandis que les familles paysannes se contentaient de récupérer le poisson dans les bassins de décantation au moment du retrait des eaux avant la culture de décrue.

Les sécheresses puis l'endiguement de cette partie du *walo* ont durement touché ce secteur d'activité. Les gens de Guia maintenant achètent au marché de Podor du poisson de mer provenant de Saint Louis.

La régression des activités de pêche dans la vallée a toutes chances d'être durable vu l'état du stock dans les eaux du fleuve et le peu de place que tient la pêche dans les projets d'aménagement.

Il n'y a que très peu d'entités familiales dans la vallée qui fondent leur économie sur une activité spécialisée. La notion d'association agro-pastorale, de tous temps, s'est avérée fondamentale dans l'organisation agraire de la région, vu sa fonction anti-risques pour la sécurité alimentaire notamment.

Les systèmes agro-pastoraux en vigueur à Guia, jusque dans les années 1970, sont une bonne illustration de ce qu'étaient les économies familiales fondées sur des activités complémentaires et dont les agencements s'avéraient flexibles suivant les circonstances (fig. 1).

Les associations d'activités, vu leur fréquence, leur diversité et leurs fonctions, — vérifiées à l'échelle régionale —, s'opposent à l'assimilation des groupes statutaires ou castes, à des groupes socio-professionnels quasiment spécialisés ; assimilation souvent faite dans la société *haalpular* avec la répartition de la population en pêcheurs, paysans, éleveurs. Par une recons-

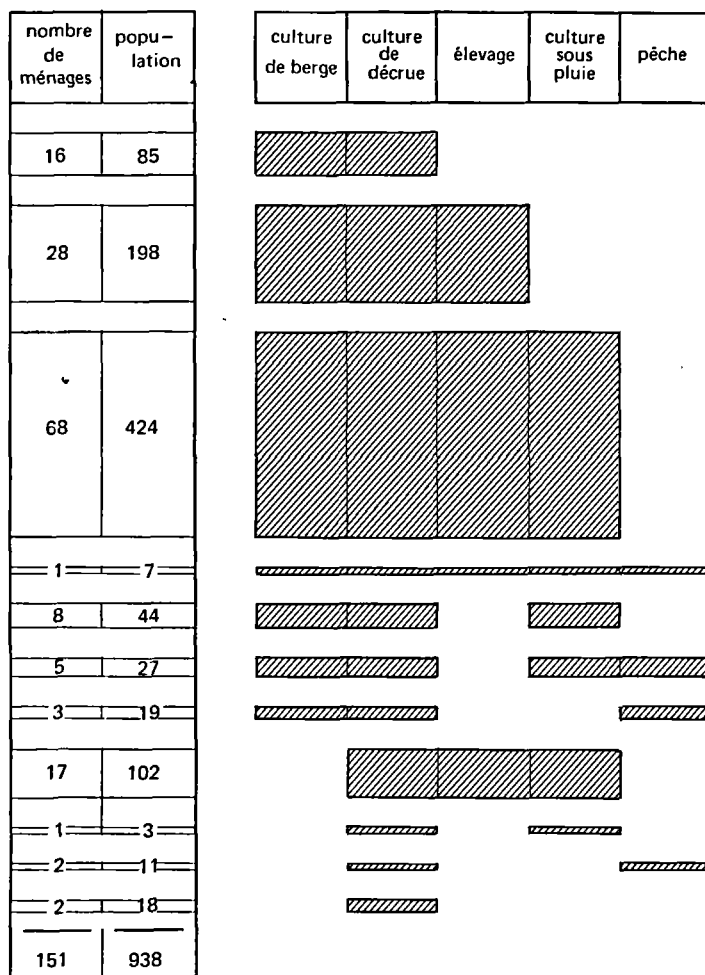


Fig. 1. — Population, activités et ressources à Guia

truction séduisante par sa cohérence et sa clarté, chaque groupe devient attaché à l'exploitation de l'un des milieux de la vallée. La connaissance, le contrôle, voire la maîtrise du milieu en question relèveraient de ce seul groupe. De son exploitation proviendrait l'essentiel des productions. Le groupe statutaire vivrait ainsi en symbiose avec l'un des milieux du bassin fluvial : ses mythes fondateurs, ses savoirs et ses techniques, son système de valeurs s'y référerait d'une manière dominante sinon exclusive.

En supposant un tel cloisonnement par « niches écologiques », que serait-il advenu dans les situations de crise ? Le principe d'assistance s'exprime principalement au sein du groupe statutaire, dans des sphères restreintes ou élargies qui peuvent inclure les dépendants et la clientèle des gens de caste : artisans, griots. Les liens entre aînés et cadets, entre lignages alliés, entre nobles et serviteurs règlent la répartition des tâches et la circulation des biens. Comment seraient-ils parvenus à pallier le déficit de production et à assurer la

survie des plus dépourvus, avec un système de production fondé sur une seule activité, présentant l'inconvénient, en cas de déficience, de toucher en même temps l'ensemble du groupe ?

On pourra objecter que les bases de l'économie familiale étaient complétées par des échanges entre les catégories de producteurs ; les marchés villageois du Fouta Toro, où s'échangent le poisson, le lait et le mil, en étant le lieu privilégié. La question de la permanence, de l'importance — de la fonction — de ces échanges mérite d'être discutée. Ces échanges impliquent des apports réciproques, des cours ou des taux de troc, autrement dit, la production régulière de surplus. Le problème est là. Certes les échanges existent, souvent codifiés entre groupes statutaires différents ; en cela ils ont une fonction sociale. Ils peuvent être importants en cas de production abondante : bonnes récoltes, afflux saisonniers de lait et de poisson, mais rien n'indique que les cultivateurs, les éleveurs et les pêcheurs de la vallée avaient les moyens et l'habitude de produire, en permanence et en quantité, ces surplus nécessaires à des échanges permanents. En outre, les perturbations dans l'un des modes d'exploitation auraient eu pour effet de tarir les transactions.

La présence de hameaux de serviteurs peul et maures à proximité de terrains de culture afin d'y produire des céréales alors que les autres membres des « fractions » — s'adonnent à l'élevage, montre clairement une autre pratique. La présence de troupeaux importants à côté des villages de paysans, les terrains tenus et exploités par les pêcheurs, signifie que l'économie des groupes familiaux se fonde sur plusieurs activités. L'observation des pratiques alimentaires montre que pour l'essentiel les unités de consommation ont recours à leurs propres productions diversifiées.

Les agencements agro-pastoraux présentent une autre caractéristique : la flexibilité. Après la sécheresse de 1973 de nombreux éleveurs ont accru la superficie des cultures pendant les années nécessaires à la reconstitution des troupeaux. Les terroirs pluviaux se sont déplacés vers les bas-fonds. En saison sèche certains villages ont créé des jardins cultivés avec l'eau des puits. D'une façon générale les temps de récupération pour les cheptels et les ressources halieutiques sont de plusieurs années, la strate arborée se régénère lentement, tandis que les terroirs sont exploitables dès que la crue ou les pluies s'y manifestent, de même pour la strate herbacée. De plus en plus cette flexibilité met en jeu les activités non agricoles et se fonde sur la mobilité saisonnière de la force de travail.

Les solidarités fondées sur les liens de parenté, les rapports statutaires de dépendance ou de clientèle mais qui sortent du cadre des entités domestiques constituées, sont sollicitées et s'expriment, notamment à l'occasion de difficultés graves qui affectent l'agriculture ; localement d'abord, afin de donner accès à des terrains exploitables, de compenser les déficiences de la force de travail et de l'équipement, de suppléer à l'absence de réserves vivrières ou à la disparition du cheptel. Les déficits graves de la production, notamment de la production vivrière, sont compensés dans certaines limites par le recours à d'autres ressources locales, par le déstockage des céréales ou du bétail, par l'échange ou le troc, par l'emprunt. L'aide enfin est un recours fréquent. La dîme coranique régulièrement collectée par les notables et les chefs religieux est normalement redistribuée aux indigents.

En terme de risque, c'est en diversifiant leurs activités, en les articulant dans le temps et en les dispersant dans l'espace, par le stockage des récoltes dans les greniers, par l'accumulation dans le bétail ; puis c'est en participant à de larges réseaux de solidarité, que les gens de la vallée s'armaient contre toutes sortes d'aléas afin d'échapper à la crise de subsistance.

Le commerce n'avait-il pas pour fonction primordiale, dans ce contexte, de pourvoir à l'alimentation quand la production agricole était déficitaire ? Le commerce à distance était-il en mesure d'assurer la couverture des besoins vivriers ? Il n'est que d'évoquer la prédation guerrière — les razzias notamment — qui resurgissait en cas de pénurie et de guerre, ou les pratiques des traitants qui stockaient le grain pour consentir ensuite des avances, à des taux usuraires, aux gens démunis pour suggérer que dans le contexte de l'économie de traite les « pratiques marchandes » pouvaient être des facteurs aggravants du risque. Les textes discutant le rôle des faits écologiques dans le déclenchement des famines et des disettes (BECKER, 1982) pour les XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles en Sénégal et sur la région de Bakel pour la période mieux connue de 1858 à 1945 (CHASTANET, 1983) insistent sur leur fréquence croissante, — quinze années de crise de subsistance au XVII<sup>e</sup>, plus de trente au XVIII<sup>e</sup> et enfin quarante cinq pour la période suivie à Bakel. Les situations catastrophiques ne s'expliquent pas seulement par la sécheresse, l'inondation, les sauterelles, la production est aussi désorganisée par les guerres, le pillage, la traite, les épidémies. À la période coloniale le commerce des céréales a connu toutes sortes d'entraves, par voie réglementaire. L'administration est intervenue de façon contradictoire sur ce plan : par la collecte de l'impôt elle obligeait les paysans à vendre les surplus céréaliers, par contre elle a tenté d'améliorer et d'accroître le stockage des productions vivrières en vue de la soudure. Pendant les années de crise, elle assurait, en catastrophe, l'acheminement de vivres de secours.

Les évolutions modernes de ces systèmes agro-pastoraux ont pu se faire dans deux sens opposés. Le groupe solidaire s'est réduit, notamment par l'émancipation des catégories serviles : dans le cas des éleveurs, les nobles ont pu imposer, à titre de redevances foncières, des prélèvements en nature, sur la production céréalière de leurs anciens captifs obligés d'emprunter la terre, eux-mêmes devenant cultivateurs. Les serviteurs affranchis, quant à eux, ont cherché à acquérir des parcelles, à constituer des troupeaux, enfin, à conforter les ressources familiales en s'adonnant à de multiples travaux : fabrication du charbon, cueillette de la gomme, participation à des entraides collectives. Les groupes ainsi réduits à des effectifs restreints, éprouaient le besoin de diversifier leurs activités et leurs ressources.

À l'inverse, on a pu observer des tendances à la spécialisation ; par exemple chez des pêcheurs, des éleveurs ou des cultivateurs s'adonnant au maraîchage à des fins lucratives. Une telle mutation suppose que l'activité prenne de l'importance. Il faut investir, aménager de nouveaux espaces, équiper, employer de la main d'œuvre, atteindre et affronter le marché. La spécialisation suppose la constitution d'un capital et conduit logiquement à un accroissement des revenus financiers. En cas de difficulté, le volant monétaire est mis à contribution pour couvrir les besoins domestiques.

## 2. ÉMIGRATION ET STRATÉGIE ANTI-RISQUE

En terme de diversification des ressources, l'émigration, depuis plusieurs décennies, joue un rôle considérable. Face aux risques d'origine agricole l'émigration peut représenter, de fait, une réponse efficace. Il est évident que les ressources qu'elle est censée rapporter dans la région ne sont pas mieux assurées, vu les risques considérables que prennent les émigrants ; mais les aléas sont de nature différente, et se manifestent en d'autres temps et lieux.

Il est hors de propos de refaire ici l'historique des migrations de la

population de la région, pourtant il est impossible de considérer le risque en agriculture sans rappeler leur poids dans les économies familiales et leurs effets quant au développement ou à la stagnation de l'agriculture elle-même.

L'émigration de la force de travail a transformé les modes de production de la région. Les effets induits sur les activités agricoles et les économies locales apparaissent considérables. Nous nous limiterons ici à discuter les fonctions « anti-risque » qu'elle assure, par les ressources qu'elle envoie dans la région.

Il y a eu les migrations de travail, vers les zones de cultures de rente. Jusque vers les années 1950, Soninké et gens du Fouta Toro travaillaient comme saisonniers (navétanes) pendant l'hivernage, dans les villages du bassin arachidier. En quelque sorte cette migration saisonnière et rurale, constituait un nouveau volet d'activité dans le système de production familial : une activité agricole à distance destinée à produire du numéraire. Malgré cette distance, cette ressource nouvelle demeure soumise à des aléas écologiques très proches de ceux dont souffre l'agriculture pluviale locale.

Puis il y a le cas extrême des migrations maure et soninké. Dans tous les campements maures, dans tous les villages soninké de la vallée une fraction importante des hommes est partie s'employer à l'extérieur, sans cesser d'appartenir aux unités domestiques des lieux d'origine. Les maures vont faire du commerce en tenant boutique dans la plupart des pays de l'Afrique de l'Ouest. Les Soninké s'emploient dans les zones urbaines en France. Quels que soient les difficultés et les échecs, — les risques — que comportent ces itinéraires migratoires, ils sont à la source de revenus relativement importants et réguliers dont une fraction sert à faire vivre les familles sur les lieux d'origine. Pendant la dernière période ils ont souvent constitué la ressource principale assurant notamment la sécurité alimentaire. Avec un tel emploi de la force de travail, le risque d'origine agricole se trouve marginalisé. L'agriculture qui souffre de l'exode de sa population la plus vigoureuse et dynamique en arrive parfois, en retour, à s'équiper avec l'argent des émigrés.

Au Fouta Toro, le phénomène migratoire a pris des formes diverses. Les migrations saisonnières vers le bassin arachidier ont cessé il y a une trentaine d'années. La migration au long cours, vers l'Europe et les États d'Afrique Centrale et Occidentale, connaît son expansion maximale dans les villages de l'amont, sans être aussi massive et structurée que dans les villages soninké ou dans certaines tribus maures. Par contre l'émigration vers les villes sénégalaises et mauritaniennes se développe depuis quarante ans, se traduisant par l'urbanisation progressive, à distance, d'une fraction croissante de la population toucouleur.

Le village de Guia fournit une illustration de cette émigration. Dans les années 1970 la population vivant au village était de 938 habitants, la population urbaine originaire de Guia (et sa descendance) atteignait l'effectif de 277 habitants, tandis que les jeunes en partance, considérés comme non fixés, étaient 77. En terme d'échanges économiques, en particulier d'assistance vivrière en périodes difficiles l'apport est moins régulier donc moins important que dans le cas des migrations de travail, tournantes, des actifs masculins. Nous constatons cependant que les liens sont actualisés par des visites régulières et fréquentes notamment quand le mari est parti seul et travaille loin du village. Les pèlerinages et les grandes prières, organisées à l'initiative des notables, font revenir et réunissent tout le monde au village. Les citadins envoient des enfants dans les écoles coraniques, se rendent près des guérisseurs. À l'inverse les familles urbaines installées se doivent d'accueillir des écoliers, des malades et des jeunes en quête de travail. La cohésion des groupes lignagers ou villageois est ainsi maintenue et réactualisée. La vie de

relation comporte des aspects économiques : les envois réguliers d'argent pour les dépendants, le versement des dots, parfois l'acquisition de bétail, les participations à des entreprises collectives, le versement de la dîme coranique. Rien n'indique que la distance et l'urbanisation soient des facteurs de rupture dans le cas des habitants du Fouta Toro. La fonction « anti-risque » de ces réseaux est évidente avec des liens aussi vivants. On ne peut considérer les groupes familiaux résidant dans les villages et les campements de la vallée sans prendre en compte les réseaux souvent étendus qu'ils ont générés, tant sur le plan social qu'économique.

À considérer l'évolution de l'agriculture à court terme et la fonction traditionnelle de la production agricole dans les économies familiales, l'émigration apparaîtrait indéniablement comme facteur de stagnation, de régression et d'appauvrissement. Mais ce serait ignorer ces relations à distance, maintenues et entretenues, leurs fonctions économiques et notamment le rôle qu'elles peuvent jouer contre le risque, en terme de sécurité alimentaire, et de santé. Ne sont-elles pas, pour les groupes familiaux le moyen de réduire les risques majeurs qui n'ont cessé d'être des menaces pour leur existence même, plutôt que de produire des modes de gestion de l'espace, qui laissent entières les incertitudes d'antan, ou d'expérimenter, sur place, des systèmes de production agricoles qui en créent de nouvelles ?

### 3. LA CULTURE IRRIGUÉE ET COUTEUSE

Sur la trame ancienne de l'agriculture réputée aléatoire, à « hauts risques », l'aménagement de terres irriguées se voulait la voie d'une agriculture « sécurisée » et productive, fondement du développement rural. Effectivement dans les étendues arides, atteintes par les sécheresses, les plans d'eau miroitants des rizières et le vert dru du végétal sont dorénavant inscrits dans le paysage ; la prouesse technique est devenue pratique paysanne. Mais l'appropriation de nouvelles techniques et l'adoption de nouveaux modes d'exploitation ne vont pas sans mésaventures. Il y a les écueils à reconnaître et les risques nouveaux à assumer. Ces rizières à la réalité bien tangible auront trop souvent l'apparence trompeuse des mirages !

D'emblée la culture irriguée se traduit par des investissements importants à amortir. Pour la campagne agricole, l'exploitant paie l'eau ou achète du carburant, se procure des semences, des produits de traitement, de l'engrais... L'engagement financier est plus ou moins important suivant le type d'aménagement, la culture, la saison ; il est toujours élevé s'il est comparé à la quasi absence d'intrants des systèmes d'exploitation traditionnels. Toute déficience de l'aménagement, tout retard dans l'approvisionnement en début de campagne, toute panne de la pompe en période d'irrigation provoquent des baisses de rendements considérables, avec pour conséquences l'effondrement de la production et l'endettement.

Le bilan global de la riziculture irriguée est sans ambiguïté pour ces dernières années. En cumulant toutes les charges, le riz reviendrait à plus de 250 F CFA le kilo alors que le riz, généralement consommé au Sénégal sous forme de brisure, s'importait à 44 F CFA en 1986 et que le prix de vente imposé par l'État est à cette date de 160 F CFA le kg. Le prix de revient à la production évalué à l'échelle de la vallée recouvre des disparités importantes, entre les grands périmètres et les petits périmètres villageois. Les coûts d'aménagement à l'hectare sont élevés pour les premiers, avec des équipements lourds pour l'irrigation et la culture. La Société de Développement prend en

gestion de ces périmètres, recrute et forme les exploitants, leur impose un cahier des charges précis et rigoureux. Elle fournit des prestations en travail mécanisé, récupère les charges, assure la commercialisation, le transport et la transformation du produit. Les exploitants ainsi encadrés se voient attribuer des superficies relativement importantes, de 1 à 3 ha, mais supportent des charges élevées.

Dans le cas des petits périmètres villageois l'engagement de l'État est bien moindre ; les paysans réalisent les canaux et le planage. La société de développement avance le groupe motopompe, installé sur bac flottant. Elle fournit les intrants et assure l'encadrement technique. Les exploitants supportent des charges bien moindres, paient des annuités pour le renouvellement de l'équipement, et finalement disposent d'une fraction relativement importante de leur production, mais n'exploitent que des surfaces réduites (20 à 50 ares).

Dans tous les cas les paysans ne sont pas seuls engagés. Il y a pour le moins, au-dessus d'eux, les États riverains, les Sociétés d'Aménagement et de Développement. Pendant la période de démarrage, les coûts de l'aménagement et les prestations de l'encadrement technique sont pris en charge par la puissance publique. Des subventions et des dégrèvements sont accordés aux cultivateurs. Mais ensuite, les sources de financement entendent réduire sinon supprimer toutes les formes de subvention. L'État et les Sociétés d'Encadrement se « désengagent » ; autrement dit, les exploitants devront supporter les coûts réels. Or ces dernières années, fréquemment, des paysans endettés et découragés ont préféré, ou ont dû abandonner leurs parcelles du casier. Il est évident que la culture irriguée ne pourra se maintenir et se développer que subventionnée dans le cadre d'une politique de protection douanière, avec une rétribution minimale du travail paysan. Les conditions économiques très défavorables réduisent la marge de sécurité, face aux impondérables et aux accidents de tous ordres que rencontre l'exploitation des périmètres irrigués.

L'énumération des difficultés successives rencontrées par un groupement de paysans de Guia, depuis la mise en exploitation du casier irrigué de Nianga en 1975, pourra illustrer les divers risques encourus, et poser la question de la viabilité de la culture irriguée, au niveau local.

À Guia, comme dans l'ensemble des villages de la vallée, l'adjonction d'un casier irrigué n'a pas conduit à l'abandon de toutes les pratiques agricoles anciennes. Les résultats obtenus sur les différents terrains exploités méritent d'être rapportés en terme d'options expérimentées par la population paysanne et de situations critiques nouvelles.

Le périmètre de Nianga se situe au sud du Doué. La digue périphérique, construite en 1974, isole 10 000 ha de *walo*, entre le cours d'eau et la bordure dunaire méridionale.

Dans cette étendue, soustraite à l'inondation dans l'attente d'une reprise des terres par l'aménagement, le milieu se transforme brutalement. Les forêts condamnées d'emblée, sont réduites par les charbonniers. Les marigots, précédemment couverts d'herbes et bordés d'arbres s'assèchent définitivement ; c'en est fini des zones de frai, des biefs poissonneux et des concentrations de pêcheurs. La culture de décrue n'a plus lieu. Les parcours pastoraux sont tout aussi perturbés.

Viennent alors les entreprises de travaux publics qui embauchent pendant quelques mois la main d'œuvre locale ; manne toute provisoire.

L'aménagement du périmètre et l'encadrement des paysans sont confiés à la SAED (organisme public, initialement Société d'Aménagement et d'Exploitation des terres du Delta). La première partie des terres (123 ha) et les locaux de

la SAED, sont prêts en juin 1975. La première tranche du casier est achevée pour l'hivernage 1976 avec 750 ha dont 660 exploitables.

La période de démarrage du casier dure jusqu'en avril 1977 ; à cette date les parcelles sont toutes aménagées et attribuées. Dans les villages des alentours, privés d'une partie de leurs terroirs et de leurs ressources traditionnels, les candidats-exploitants ont été recensés et organisés en groupements de producteurs (GP) par la SAED ; les paysans des villages de Nianga et de Guia qui avaient la majeure partie de leurs cultures de décrue dans le périmètre ont été installés en priorité.

En 1975, les villageois de Guia se voient attribuer une première surface de 24 ha ; commence alors pour eux l'expérience de la culture irriguée. L'année se divise en 3 saisons agricoles : l'hivernage, la contre-saison fraîche et la contre-saison chaude.

Pour la première campagne, l'exploitation se fait collectivement. Plus de 100 personnes participent à la culture. Du maïs est semé, en juin, par poquets de 4 à 5 graines à la manière traditionnelle mais l'épiaison se fait mal, puis les termites attaquent les tiges, enfin les rats qui pullulent cette année anéantissent la culture. La récolte faite en janvier ne couvre pas les charges.

Pour la campagne de saison fraîche suivante (début 1976), le village dispose de 31 ha. La tomate couvre 8 ha, la culture réussit et la production est évacuée par la SAED vers l'usine de la société industrielle SOCAS. La SAED récupère les charges et les dettes de la précédente campagne. Le poivron semé sur 6 ha pousse normalement ; un commerçant libanais dakarois, sous contrat avec la SAED, devait acheter la production ; il enlève la première partie de la récolte, ne parvient pas à l'exporter, ne paie pas, se brouille avec la SAED et disparaît du circuit. La récolte pourrit sur pied ; à la différence de la tomate le poivron n'est pas consommé sur place.

Le riz est semé à la fin mars, la récolte est correcte (en contre-saison chaude) les charges sont versées en nature, ce qui reste ne suffit pas pour nourrir les familles des exploitants.

Au cours de cette première année, les paysans ont expérimenté des techniques nouvelles. Les difficultés rencontrées ne relèvent pas toutes de l'inexpérience. Ils ont vérifié que la maîtrise de l'eau ne les mettait pas à l'abri de tous les périls d'origine écologique. La faune prédatrice et ravageuse des cultures se manifeste aussi sur les périmètres irrigués. La commercialisation d'une production périssable suppose des débouchés à des prix rémunérateurs, des commerçants fiables et ponctuels ; autant de facteurs mal assurés au terme de la campagne. La culture irriguée se donne comme premier objectif la sécurité alimentaire ; ce n'est souvent qu'en différant le remboursement des dettes en fin de campagne que la famille de l'exploitant parvient à se nourrir pendant une partie de l'année avec sa production céréalière. Les retards en début de campagne se répercutent en fin de cycle, puis les récoltes ou les battages traînent, finalement les dates d'enlèvement sont trop tardives ; et la deuxième campagne ne peut avoir lieu. Avec la difficulté de caler correctement les cycles successifs, très souvent il n'y aura qu'une campagne sur deux, autrement dit, trois récoltes en deux ans au lieu de six annoncées.

L'organisation du casier est reprise avant l'hivernage 76. Les gens de Guia disposent maintenant de 120 ha. La SAED organise les exploitants en Groupements de Producteurs. Chaque GP comprend de 15 à 25 membres qui se sont cooptés, et se sont donnés un chef.

Parmi les 6 GP formés à Guia, le groupement dirigé par Assane LY (Guia 3) dispose de 24 ha et comprend 23 exploitants. Pendant les huit années qui vont suivre, ce GP demeurera très cohérent et solidaire. Vu le côté inédit et



apparemment improvisé de ces groupes on pouvait craindre des désaccords, des tensions, dès les premières difficultés. Le risque d'éclatement a été maîtrisé dans le cas de Guia 3.

« *Mon groupement est une seule personne* » affirme d'emblée Assane LY. Depuis 1975, personne n'a rompu le « contrat » et aucune exclusion n'a été envisagée : ils sont toujours ensemble à l'exception de 4 familles qui se sont retirées à la suite de décès ou de déplacements. Effectivement tous les membres du GP sont liés par la parenté ; en fait c'est par rapport à Ousmane LY, le père de Assane que tout s'ordonne. Il est doyen du lignage LY à Guia. Son autorité notamment pour l'organisation des mariages, l'orientation et la formation des jeunes, l'arbitrage des litiges semble unanimement reconnue. Il vit retiré sur les dunes, loin du village depuis plusieurs années. Pour la conduite du GP, il a délégué son autorité à son fils aîné. Si l'organisation en GP fait figure d'innovation sociale, elle se fonde dans ce cas sur une entité lignagère et en respecte les rapports traditionnels d'autorité, d'où sa cohésion à toute épreuve.

Nous ne décrivons pas dans le détail les campagnes agricoles qui se sont succédées depuis 1976, l'exposé s'arrêtera aux principales difficultés, telles qu'elles sont relatées par les intéressés.

La campagne d'hivernage de 1976 se déroule normalement. Tout est semé en riz. La SAED, en plus de l'eau, fournit la semence, l'engrais (obligatoire) et de l'herbicide, elle effectue mécaniquement le labour, le semis en sec, le battage. Les paysans ont aplani le terrain à la main après le labour, assuré la conduite de l'eau et l'irrigation dans les parcelles, sarclé ce qui n'était pas désherbé chimiquement, récolté à la faucille. La production totale est de 65 tonnes. La faiblesse relative des rendements, 2,7 t/ha, s'explique par l'enherbement, le sarclage et le traitement herbicide ayant été faits trop tard. Les charges retournées en nature à la SAED apparaissent énormes, 45 tonnes, et il manque l'équivalent de 5 tonnes pour couvrir la totalité. Les familles n'ont pu garder que 20 tonnes de paddy pour la consommation, soit moins d'une tonne par famille, et sont endettées en fin de campagne.

En contre-saison fraîche, à peine la moitié de la surface sera exploitée ; les 11 ha cultivés en tomate produisent 18 t/ha. Les charges, y compris le reliquat sur la culture de riz précédente, sont acquittées. Finalement il reste un revenu monétaire jugé satisfaisant.

En contre-saison chaude, les 13 autres hectares sont semés en riz, en mars, après les « froids ». Le rendement dépasse 4 t/ha en dépit des attaques d'oiseaux. Le prélèvement au titre des charges atteint 17 tonnes. Chaque famille dispose d'environ 1,5 t de riz paddy.

Finalement la consommation est à peu près assurée. Les relations avec la SAED demeurent correctes. Les paysans se plaignent de la fatigue, au terme de cette dernière campagne. Ils ont travaillé sous le chaleur accablante de la fin de la saison sèche qui est habituellement un temps de repos.

L'année suivante (1977-78) l'exploitation du casier rencontrera deux difficultés principales : le calage des trois cycles de culture et les dégâts d'oiseaux.

En hivernage, la terre précédemment occupée par la tomate reste en jachère. Le riz est semé après le riz sur 13 ha et le rendement dépassera 4 t/ha. La tomate repiquée en octobre sur les 11 ha restants, réussira très bien. Le rendement dépasse 20 t/ha, (le GP sera gratifié d'une prime au moment de la vente : 16 F le kg au lieu de 15). La commercialisation se passe sans encombre pour Guia 3, mais plusieurs GP ne parviendront pas à évacuer toute leur production (manque de caisses) ; une partie de la récolte pourrira sur place.

En contre-saison chaude, le riz est semé après le riz (sur 13 ha). Les oiseaux

ravagent la récolte. Le rendement chute à 3,2 t/ha. Chaque famille prélèvera 1,1 t pour sa consommation, 15 t seront remboursées à la SAED, et il restera l'équivalent de 2 t d'impayé au titre des charges.

Pendant l'hivernage de 1978, 13 ha sont cultivés en riz, le GP s'organise autrement. Pour créer de l'émulation, les exploitants forment deux équipes sur le terrain et ébauchent une partition de la terre. Le rendement moyen atteint 4,5 t/ha.

En contre-saison fraîche, la tomate n'occupe que 7,5 ha ; les 3,5 ha restants sont semés en haricots verts. Les deux cultures réussissent, la récolte et la vente se déroulent sans problèmes. Toutes charges acquittées, le GP d'Assane LY est, en ce moment, l'un des seuls à n'avoir pas de contentieux avec la SAED.

De graves difficultés surviennent au cours de la contre-saison chaude. La station de pompage tombe en panne alors que le riz est en herbe. Il faudra un mois à la SAED pour faire venir la pièce de rechange. Presque tout le riz meurt. La SAED admet qu'il y a sinistre. Autrement dit les paysans n'ont pas à payer les charges de la campagne, mais ils ont travaillé pour rien et les familles n'ont pour leur consommation que 2 q de riz paddy chacune, le maigre produit de la récolte.

Le GP se réorganise avant l'hivernage de 1979. La terre, fractionnée en parcelles, est attribuée à chacun par tirage au sort. Pour le secteur de 15 ha destiné au riz, la surface varie de 0,48 à 0,96 ha. Pour la culture de riz le rendement moyen se maintient à 4,5 t/ha, mais de grandes différences apparaissent entre les exploitants : 4 dépassent 6 t/ha mais 3 n'atteignent pas 2 t/ha (à cause du désherbage négligé par insuffisance de main-d'œuvre). Pour cette campagne les charges exceptionnellement élevées (l'équivalent de 30 t de paddy) du fait de l'achat de 12 pulvérisateurs, ne pourront être remboursées par tous. Le chef du GP obtient un différé portant sur la moitié des charges pour les récoltes les plus faibles.

En contre-saison fraîche, la tomate est exploitée collectivement sur 7 ha. Nouvelle panne à la station de pompage : les rendements plafonnent à 4 t/ha. La SAED ne veut pas admettre le sinistre d'où de graves tensions. Finalement le sinistre est reconnu à 50 % par la SAED. Les producteurs refusent de payer la part de charge maintenue.

Les 10 ha cultivés en contre-saison chaude ne produiront rien, encore à cause de la déficience du pompage, ce qui aggrave le contentieux et les tensions.

Pour l'hivernage de 1980, le rendement moyen sur les 15 ha de riz est estimé à 5 t/ha. Mais les disparités demeurent ; l'un des exploitants n'obtient que 1,4 t/ha malgré l'aide reçue pour désherber. Un autre a quasiment abandonné sa parcelle. Ces membres obtiennent des reports de dettes. Comme le remboursement à l'échelle du groupement dépasse les 90 % il n'y a pas pénalité ni blocage.

En contre-saison fraîche, il n'y a pas eu de culture de tomate à cause du contentieux de l'année précédente.

En contre-saison chaude, le riz est semé sur 7,5 ha, à la place de la tomate. La rotation s'avère bénéfique, le rendement moyen plafonne à plus de 6 t/ha avec une production homogène sur les 20 petites parcelles.

En 1981, le riz, cultivé sur 15 ha, donne environ 5 t/ha, sans grosses disparités. Ensuite la tomate, remise sur 6 ha, en culture collective, produit en moyenne 15 t/ha. Tout s'arrange momentanément avec la SAED.

En contre-saison chaude, seulement 10 exploitants font du riz, sur 9 ha ; les autres préfèrent se consacrer à la culture de décrue, le fleuve ayant bien inondé

le walo. Les rendements pour le riz tombent à 2 t/ha ; les producteurs se retrouvent endettés. On incrimine la semence et les dégâts d'oiseaux, l'irrigation et le désherbage ayant été bien faits.

Pendant l'hivernage 82, le riz couvre toute la terre affectée au GP, à l'exception d'un hectare rendu stérile par l'accroissement de la salinité. Nouvelle panne de la pompe, les paysans s'en prennent au nouveau directeur du périmètre. Sur les 22 hectares mis en culture, 5 sont récoltés, pour une production totale inférieure à 10 tonnes. La SAED demande 70 % des charges sur ces 5 hectares, et admet le sinistre pour le reste. Les paysans n'acceptent de verser que la moitié des sommes demandées.

Rien n'est cultivé au cours des deux saisons suivantes, la station de pompage étant en trop mauvais état et le fleuve trop bas, à cause de la sécheresse.

En 1983 et en 1984 intervient la réhabilitation du périmètre de Nianga. Elle coïncide avec les pluies et la crue très déficitaires de l'hivernage 83.

Pendant cet hivernage le GP d'Assane LY ensemece toute sa terre en riz. Les rendements atteignent 4 t/ha, ce qui permet de tout rembourser à la SAED.

Au cours des deux saisons agricoles suivantes rien n'est semé, par manque d'eau.

Il n'y aura pas, non plus, de culture de décrue. La situation est dramatique. L'aide alimentaire qui parvient au village est limitée à quelques kilos par habitant.

Là, se greffe un événement important pour le groupement ; l'aménagement d'un petit casier, sur les terres du lignage, hors du grand périmètre, au lieu-dit Iniogol. Sur les 20 exploitants qui constituent le GP en 1984, 16 participent à l'exploitation du petit périmètre. À partir de ce moment le groupement dispose de terres exploitables à sa convenance, en plus des parcelles de la SAED.

En janvier 84, a lieu la première mise en culture d'Iniogol ; 9 ha plantés en tomate. La récolte sera médiocre (39 t au total) à cause du repiquage trop tardif.

Pendant l'hivernage 84, les 23 ha du périmètre de Nianga sont semés en riz. Le rendement moyen atteint 6 t/ha. Les membres du GP reconstituent leurs réserves vivrières en priorité. Ils ne parviennent ensuite qu'à rembourser une partie de leurs dettes à la SAED se réservant de liquider le reste avec la récolte de tomate à venir sur le casier d'Iniogol.

Après le riz, les terres du grand périmètre sont laissées à l'abandon pendant toute la saison sèche.

En contre-saison, les gens du groupement exploitent les 12 ha d'Iniogol : 9,5 ha en tomate et 2,5 ha en oignon. Le total des charges carburant et huile, 184 560 F, travaux de labour et de billonnage faits à façon, 262 500 F, amortissement de la pompe versé en provision à la banque BICIS 145 000 F — s'élève à 592 060 F pour tout le périmètre. Le GP tente d'innover pour écouler ses productions : plus d'une tonne de tomates est vendue, au détail, sur le marché voisin de Podor, à 40 F le kg, tandis que les sociétés industrielles SOCAS et SNTI achètent les 45 tonnes qui restent, à 21 F le kg ; soit une rentrée d'argent d'environ un million de F.

Chaque exploitant récolte à peu près 600 kg d'oignons. Une partie de la production est vendue au détail sur le marché local, à 80 ou 100 F le kg. Le chef du GP tente d'écouler le reste de la récolte, à meilleur prix, à l'extérieur. Il rachète les oignons des autres producteurs, à 95 F le kg, loue un camion et transporte le tout à 400 km de là, jusqu'à Bakel où l'oignon se vend sur le marché à 160 à 175 F le kg. Malheureusement, il pleut en cours de route et une

partie du chargement est perdue. L'opération se solde par un déficit pour A. LY.

Par de telles initiatives, et les prises de risques qu'elles comportent, les paysans affirment le projet tout à fait clair, de gagner de l'argent. Cet objectif qui a conduit les migrants de la région, si longtemps, si loin de leurs villages, ils tentent maintenant de l'atteindre sur place, dans le *walo*. L'extension de la prise de risque à l'activité commerciale peut apparaître aventureuse. Celle-ci se conçoit dans le cadre d'une activité commerciale régulière et de longue durée, exercée par un commerçant spécialisé et professionnel, réalisant un gros volume d'opérations et pouvant inclure ses pertes dans ses marges brutes. On notera qu'A. LY était avant 1975 le principal commerçant de Guia.

L'organisation du périmètre de Nianga subit un changement important en 1985. Les GP sont fédérés en Sections d'Utilisation de Matériel Agricole ; 11 SUMA sont ainsi créées.

Le GP Guia 3, avec 5 autres GP, forme l'une de ces SUMA, Assane LY en devient le président. Le nouvel organisme de production est doté de gros équipements tout neufs : un tracteur, un rotovator à disques, une remorque, une batteuse. Soient des annuités de 1,2 million de F à verser à la BICIS pour l'amortissement. La SUMA dispose au total de 93 ha sur le casier. La SAED se dessaisit au profit des SUMA de la gestion de tout le parc de matériels et des travaux qu'elle effectuait à la demande. Elle assure dorénavant la gestion de l'eau et continue à vendre l'engrais, les produits phyto-sanitaires, les herbicides. L'eau et les intrants cessent d'être subventionnés, tandis que le prix de vente du paddy est augmenté (82 F en 1985).

Apparemment les contraintes économiques restent aussi fortes. La nécessité d'une gestion rigoureuse incombe maintenant aux paysans. C'est en s'insinuant dans les circuits marchands, en prenant en charge la transformation de la production que certains tentent d'élargir les marges bénéficiaires ; La SUMA permet d'acquérir des décortiqueuses pour le riz, un camion pour le transport, si besoin est. Déjà certains groupements de paysans font de la brisure de riz avec des moyens artisanaux, ou transportent sur les marchés urbains des tomates et des oignons. Mais alors les risques et les coûts ont-ils été mesurés ?

Au moment où nous avons quitté le GP d'Assane LY, en janvier 86, la récolte des 23 ha de riz s'achève par le battage sur le grand périmètre, 16 de ces membres commencent à repiquer la tomate à Iniogol. À la même période, 10 d'entre eux continuent à exploiter des champs de berge ou de *walo*, 5 disposent de troupeaux, 1 autre pêche, 2 font du commerce... Seul A. LY se consacre exclusivement à la culture irriguée, mais il est président de SUMA, entre autre fonctions. Tous ont des parents proches en « voyage » ou établis en ville, avec qui sont maintenues des relations étroites.

Au terme de ces 11 ans d'expérimentation paysanne le bilan n'est guère brillant. Pour l'exploitation de la portion du grand périmètre attribué au groupement de producteurs Guia 3 :

— sur 11 campagnes d'hivernage 7 ont réussi ; pour 3 autres les problèmes rencontrés ont occasionné des baisses de production ou de revenu et enfin le casier a été sinistré une fois.

— pour les 11 contre-saisons froides, on compte 5 campagnes réussies, 1 sinistre et 5 abandons.

— pour les contre-saisons chaudes il y a eu 2 campagnes réussies, 2 à problèmes, 3 sinistres et 4 abandons.

Au total, sur 33 campagnes possibles, 14 ont été réussies, 5 ont rencontré des problèmes sérieux, 5 ont été reconnues « sinistres » et enfin le casier a été laissé à l'abandon 9 fois ; situation qui prévaut pour les 2 contre-saisons depuis la mise en culture d'Iniogol.

Les incertitudes se traduisent par des variations plus ou moins accidentelles de la production. Le risque immédiat pour le paysan étant l'endettement, qui peut le conduire ou le contraindre à l'abandon.

Les enjeux et les risques débordent, de plus en plus, le cadre strict de la production agricole. D'initiatives heureuses en improvisations hasardeuses, il y a dorénavant ces risques nouveaux que prend l'exploitant et qui n'ont plus lieu sur la parcelle.

La pluri-activité demeure une assurance rarement abandonnée : les composantes s'en modifient, à l'exception notable cependant de ceux qui se confinent dans les activités et les pratiques traditionnelles.

Le risque en agriculture irriguée n'est plus le fait des seuls exploitants. Pour la dernière période à Guia, alors que les paysans limitent l'utilisation du grand périmètre à la production du riz en hivernage et s'émancipent de la tutelle de la SAED sur des petits périmètres qu'ils gèrent eux-mêmes, espérant ainsi accroître, diversifier et assurer leurs ressources, la SAED se trouve dans la situation intenable, économiquement parlant, d'aménager à des coûts élevés, de gérer un périmètre de plus en plus sous-exploité et d'entretenir des filières d'achat et de traitement alors que la production emprunte d'autres voies. Le désengagement de la société d'État, dont il est tant question à présent, s'inscrit dans ce contexte.

## CONCLUSION

La notion de risque en agriculture peut recouvrir toutes causes imprévues ou exceptionnelles de déficits graves des ressources d'origine agricole, bien au-delà des perturbations que les aléas écologiques portent au déroulement de l'exploitation, et des préjudices que subissent les seuls agriculteurs. Dorénavant, le risque met en cause, et en jeu, d'autres instances à savoir toutes les parties prenantes et leur environnement : la population exploitante mais aussi l'encadrement technique, les filières marchandes et de transformation, les « bailleurs de fonds », l'État. Chacune de ces instances a sa perception du risque et sa marge de manœuvre pour en réduire et en contrer les effets, compte tenu de ses objectifs. Bien qu'il y ait « réaction en chaîne » les analyses et les comportements de ces catégories d'acteurs diffèrent, voire s'opposent. Finalement les effets du risque se comptabilisent au niveau des économies nationales et internationales, mais le risque se manifeste et se gère d'abord et encore au niveau local.

Les changements de nature des risques agricoles, et la perception qu'en ont les populations riveraines du fleuve Sénégal sont liés au délaissement relatif des terroirs traditionnels, à l'élargissement des réseaux familiaux par l'émigration, et maintenant à l'extension des cultures irriguées.

L'agriculture ancienne demeure à « hauts risques », ces risques étant aggravés par la dégradation physique des terroirs et par le départ des jeunes actifs.

À la différence de la mobilité traditionnelle qui tirait parti des divers milieux et ressources situés dans les aires agro-pastorales riveraines, afin d'assurer essentiellement la base vivrière, la mobilité moderne disperse la force de travail vers des activités non agricoles, de plus en plus urbaines. Elle conduit à une transformation des modes de production. Il en résulte un

élargissement des bases de l'économie familiale, en permanence ou dans les situations de crise ; d'où une relative marginalisation plus ou moins marquée des risques d'origine agricole.

En agriculture irriguée les risques proviennent à présent de facteurs écologiques non contrôlés, d'une maîtrise insuffisante des techniques de production, d'incertitudes quant aux débouchés. Au niveau local les marges s'avèrent étroites et fluctuantes entre des charges croissantes, se rapprochant des « coûts réels », supportées par les producteurs, et les cours fixés pour la vente de la production. Pendant les deux dernières décennies, la viabilité des systèmes de production a été assurée par le soutien de l'État : des coûts d'aménagement et d'encadrement non comptabilisés, des prix d'intrants encore subventionnés et des cours soutenus. Le désengagement de l'État et de la société d'intervention impliquent une réduction de ces appuis. Maintenant les paysans de la vallée vont devoir gérer toutes les terres irriguées. Les conditions de la réussite sont bien connues : des techniques de production maîtrisées, des coûts de production réduits et des prix rémunérateurs ; or aucune de ces conditions n'est vraiment assurée.

Cette analyse ne prend pas en compte les risques qui affectent depuis la fin de 1988 les populations riveraines du fait des tensions frontalières. L'expulsion et le bannissement, les spoliations de terres et de troupeaux touchent dorénavant une proportion importante des cultivateurs et des éleveurs de la région.

#### BIBLIOGRAPHIE

- Aménagement hydro-agricoles et systèmes de production dans la vallée du fleuve Sénégal, 1986. — *Cah. Rech. Dev.*, n° 12, Montpellier, CIRAD, 77 p.
- BECKER (Ch), 1982. — Les conditions écologiques et la traite des esclaves en Sénégambie : « climat », « famines », « sécheresse », « épidémies » aux XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles. Table ronde : « sécheresse, famine », Centre d'Études Africaines, Paris, 56 p.
- BOUTILLIER (J. L.) *et al.*, 1962. — La Moyenne Vallée du Sénégal. Étude socio-économique PUF, Paris, 369 p.
- CHASTANET (M.), 1983. — Les crises de subsistances dans les villages soninké du cercle de Bakel, de 1858 à 1945. *Cah. d'Ét. Afr.* n° 89-90 : 5-36.
- LERICOLLAIS (A.), 1976. — La sécheresse et les populations de la vallée du Sénégal in « La désertification au sud du Sahara ». Actes du Colloque de Nouakchott : 111-117. N.E.A., Dakar-Abidjan.
- LERICOLLAIS (A.), SCHMITZ (J.), 1984. — La Calebasse et la houe. Techniques et outils des cultures de décrue dans la vallée du Sénégal. *Cah. ORSTOM, sér. Sci. Hum.*, n° 3-4 : 427-452.
- Migrations sénégalaises, 1975. — *Cah. ORSTOM, sér. Sci. Hum.*, vol. XII, n° 2, Paris.

# Riz, risques et incertitudes : d'une maîtrise à une dépendance

L'exemple des riziculteurs des Hautes Terres malgaches

Chantal BLANC-PAMARD \*

Risque mais aussi aléa, incertitude, précarité, insécurité... autant de termes pour nommer les problèmes aux multiples aspects que rencontrent les agriculteurs malgaches.

Dans la production du riz et dans la production agricole en général, ils sont, à des niveaux différents, confrontés à plusieurs incertitudes.

Il y a tout d'abord, pour la riziculture, le risque lié à l'écologie des Hautes Terres. « *Les paysans sont, si l'on ose dire, assurés de subir au moins une mauvaise récolte tous les quatre ou cinq ans* » (RAISON, 1984). Le climat et ses accidents ne sont pas favorables à la riziculture. L'étude de la riziculture sur les Hautes Terres de Madagascar, en système traditionnel et dans le cadre d'une opération de développement à objectif d'intensification, montre que dans le premier cas les riziculteurs ont, par leur connaissance du milieu et leurs pratiques, mis au point une gestion du risque. Au contraire, avec la SOMALAC (Société Malgache d'Aménagement du lac Alaotra) qui véhicule un système de riziculture intensive reposant sur un bon contrôle de l'eau à l'aide du réseau mis en place sur le périmètre hydro-agricole, la mauvaise maîtrise de l'eau introduit un facteur d'incertitude pour les agriculteurs. Cette insécurité instaurée par le projet s'ajoute au risque « traditionnel » et aboutit à une situation d'une grande précarité. L'accumulation de facteurs d'incertitude se traduit à plusieurs niveaux. Elle désorganise l'itinéraire culturel du riz, avec une incidence sur le rendement, et désarme les riziculteurs qui adoptent en réponse à cette situation une stratégie anti-risque basée sur l'extensification et qui s'éloigne de l'objectif de la SOMALAC.

Sur les Hautes Terres centrales de l'Imerina, autour de Tananarive, le relief est constitué par des collines d'altitude moyenne autour de 1 200-1 400 m dont les versants aux pentes plus ou moins accentuées constituent un réseau de bas-fonds de taille inégale — vallon, vallée et plaine alluviale — dont la pente d'ensemble est faible. Les Hautes Terres associent deux grandes unités, les bas-fonds où se concentrent les rizières (*tanimbary*) et les *tanety* (ou collines)

---

\* Géographe CNRS, URA 94, EHESS; 54 Bd. Raspail, 75006 Paris.

domaine de l'élevage des bœufs et des cultures pluviales. Dans le système agraire, l'eau — eaux de surface et eaux de pluie — est une préoccupation constante des agriculteurs. C'est un facteur et un outil écologiques dont la gestion quotidienne montre la connaissance précise qu'en ont les communautés rurales étudiées (BLANC-PAMARD, 1985). Cette eau qui est tant attendue au début de la saison des pluies et autour de laquelle s'organise tout un système de production dont la riziculture irriguée est l'élément principal, il faut tour à tour et en même temps s'en protéger, la récupérer, l'évacuer. Il faut en contrôler la quantité mais aussi la qualité. Par des pratiques variées, elle irrigue mais intervient aussi dans la lutte contre les adventices. Elle est une sécurité et a nécessité pour cela la mise au point de pratiques très perfectionnées.

La culture du riz dépend de deux impératifs majeurs, la chaleur et l'eau. Dans des conditions optimales (DOBELMANN, 1976), le riz exige une température moyenne de 28° à 30° et entre 900 et 1 000 mm d'eau, ce qui correspond à des besoins en eau de plus de 12 000 m<sup>3</sup>/ha pendant la durée du cycle végétatif qui dure de 130 à 200 jours.

Le climat, avec une température parfois très basse et une pluviosité souvent médiocre n'est pas favorable et, dans ces conditions marginales, la riziculture reste une remarquable réussite. Les riziculteurs ont su s'accomoder d'un milieu difficile avec des pratiques culturales efficaces qui reposent sur une connaissance très fine du milieu. Ils reconnaissent que, pour le riz, les facteurs importants sont la température extérieure et celle de l'eau, l'alimentation en eau et la texture imperméable du sol due à la présence de l'argile.

Par riz irrigué, on entend la riziculture avec maîtrise de l'eau assurant le maintien permanent d'une lame d'eau. Il faut pouvoir disposer de l'eau pendant les travaux de préparation de la rizière et avoir de l'eau pendant le cycle complet de la plante. La riziculture irriguée se différencie en deux systèmes de culture suivant la pratique ou non du repiquage. Le semis direct est un système extensif de riziculture. Le système intensif se caractérise par le semis en pépinière. L'intérêt que les riziculteurs voient dans la pépinière par rapport au semis direct, c'est une moins grande dépendance vis-à-vis des premières pluies. Le problème de l'eau ne se pose pas pour les pépinières qui peuvent bénéficier des eaux de source. L'eau s'écoule lentement, de gradin en gradin, par des brèches pratiquées dans les diguettes, après avoir circulé tout autour de la parcelle dans de petites rigoles. La terre a besoin d'être humide ; c'est seulement au moment de la germination et de l'enracinement des plants que la parcelle doit être submergée. Le repiquage a lieu à des dates différentes suivant les possibilités d'alimentation en eau dans les rizières. L'avant-veille du repiquage, on diminue le niveau d'eau de la rizière pour chauffer le sol (*hampafana ny tany*) afin que la pousse des jeunes plants soit activée. Les plants sont repiqués dans une boue fluide qui est nécessaire pour effectuer cette opération dans les meilleures conditions. Dès la reprise des plants, on maintient la hauteur de la lame d'eau autour de 10 cm pour lutter contre le développement de la végétation adventice. L'entretien de la rizière se poursuit par la conduite de l'eau. Comme la culture se fait pendant la saison des pluies, l'eau d'irrigation est un complément qui apporte la sécurité à la culture. Les exploitants doivent veiller à maintenir le niveau d'eau jusqu'à la période du tallage, 40 à 50 jours après le repiquage.

La maîtrise de l'eau est fonction des conditions topographiques et climatiques. L'organisation des fonds de vallée montre l'utilisation des facteurs orographiques et des disponibilités en eau ; les parcelles sont doucement étagées du bas de *tanety* au point le plus bas et séparées par des diguettes plus



ou moins élevées. L'irrégularité décevante de la pluviosité dans son volume global et dans sa répartition demeure le principal souci des paysans ; elle doit être compensée par un réseau d'irrigation, ce qu'autorise la nature des sols de bas-fonds. Le réseau de circulation des eaux est très ingénieusement adapté à une topographie de détail et aux ressources en eau et est caractérisé par un système très souple d'irrigation et de drainage. Dans le cas d'irrégularités météorologiques — pluviométrie et température —, celui-ci sert de tampon. Si les pluies tardent ou sont faibles, l'eau peut être conduite dans la rizière ; s'il pleut trop, l'eau peut être évacuée. La maîtrise de l'eau permet à la riziculture d'être presque indépendante des conditions du milieu.

La définition et la classification des saisons montrent combien la répartition des précipitations rythme l'année en 3 ou 4 saisons d'une durée inégale. Le climat des Hautes Terres est du type tropical d'altitude à deux saisons bien tranchées. Il est caractérisé par une saison sèche nette de mai à septembre. Les mois d'octobre et d'avril reçoivent quelques précipitations. Les pluies se concentrent pendant la saison chaude de novembre à mars. La pluviométrie annuelle moyenne est de 1 350 mm, la moyenne des températures est inférieure à 20°.

Les agriculteurs des Hautes Terres vivent dans l'espoir de précipitations suffisantes à chaque saison de culture du riz. La première saison est *fahavaratra* (le temps des orages) caractérisé par les premières pluies qui sont capitales alors que l'année agricole débute un mois avant, en septembre, avec *lohataona* (la tête de l'année) qui est la période d'attente en *fahavaratra*. Le *fahavaratra* est la saison la plus longue et la plus importante de novembre à mars. Dans la plaine d'Antanetibe, les agriculteurs accordent une grande importance aux prémices de *fahavaratra* : aux petites pluies — l'*ora-tokana* (pluie unique) en octobre, les *ora-kateloana* (pluies qui durent trois jours à la fin du mois), les *ora-kerinandro* (les pluies qui durent une semaine) — comme aux intervalles secs dont on sait qu'ils sont cruciaux pour le riz. C'est-à-dire pour les travaux de préparation de la rizière et le semis après lequel il ne doit pas pleuvoir pour permettre aux grains de s'enraciner sans mouvements d'eau qui les disperseraient. Ceci tient aussi au fait que le très lourd travail de hersage et planage, qui a pour effet d'aplanir au mieux le sol de la parcelle pour éviter que ne restent des creux avec des flaques d'eau où le grain aurait tendance à flotter, serait annulé en cas de fortes pluies continues.

De la même façon, le *lohataon-kely*, petite période sèche entre les premières pluies et le « vrai » *fahavaratra*, est perçu très nettement mais ne doit pas se prolonger car il retarde le repiquage. L'autre grande saison est *ririnina*, période froide et sèche, qui dure d'avril à septembre ou seulement de juin à septembre quand les agriculteurs identifient une saison, *fararano*, la dernière eau de mars à juin, caractérisée par l'arrêt des pluies et la moisson.

Il est intéressant de noter que la subdivision la plus détaillée concerne l'installation des pluies avant que ne commence le *fahavaratra* en décembre. Les agriculteurs sont sensibles à l'incertitude interannuelle du début de la saison des pluies. On prendra deux exemples. Dans la région de Mahitsy les riziculteurs sont inquiets si le *lohataon-kely* qui se situe normalement au mois d'octobre se poursuit jusqu'en novembre et a des conséquences fâcheuses sur l'alimentation en eau des pépinières et des futures rizières. En 1980, près d'Ambatolampy, au sud de Tananarive, la saison des pluies a commencé trop tôt. Les paysans rencontrent des ennuis avec les travaux de labour car la terre retournée est arrosée aussitôt par une pluie abondante qui laisse pousser facilement les mauvaises herbes, obstacles rendant très difficiles les travaux de repiquage du riz. Vues dans leur ensemble, de nombreuses rizières semblent

n'avoir pas été labourées du fait que les mottes submergées par les mauvaises herbes ne se distinguent plus. D'après les cultivateurs, les rizières ne pourront plus produire convenablement parce qu'elles sont refroidies par la constante eau pluviale depuis la fin de l'hiver.

Tout est fait pour profiter au maximum de l'eau qui tombe (de pluie) et qui coule (de surface) et pour pallier l'irrégularité des pluies dans un sens comme dans l'autre (sécheresse ou inondation). À la station de Mahitsy on a enregistré 2094 mm en 1958, année de très graves inondations, alors que la moyenne annuelle se situe à 1388 mm. Le total mensuel des précipitations varie aussi dans des proportions très grandes. On a enregistré dans la même station 718 mm en décembre 1958 alors que la moyenne de ce mois est 310 mm, 14 mm en octobre 1952, 215 mm en octobre 1958 et une moyenne pour ce mois de 50 mm. Le trop d'eau jusqu'à une certaine limite et selon le stade végétatif du riz ne gêne pas les riziculteurs, l'excès d'eau pouvant être évacué (*tatatra azo vakiana*, canal que l'on peut casser) par les canaux. Les riziculteurs du Moyen-Ouest disent même considérer le cyclone comme bénéfique « à condition qu'il apporte des pluies et pas des vents trop forts qui couchent les plants de riz ». Les irrégularités des précipitations sont particulièrement sensibles lors de l'établissement de la saison des pluies — dont on sait l'importance pour l'agriculture — en octobre, novembre, décembre.

Les exploitants se plaignent surtout car l'année « moyenne » pour les précipitations n'existe pas. 1982 a connu de graves inondations, les rizières les plus basses de *heniheny* ont été submergées. En 1983 il n'a pas plu pendant le mois de décembre ; le vallon a le moins souffert car il bénéficie des eaux de source. Dans la plaine alluviale où certains avaient déjà repiqué, les mauvaises herbes ont envahi les parcelles, le tallage a été mauvais « l'eau n'ayant pas nourri suffisamment la plante ». D'autres exploitants ont attendu les pluies tardives de janvier pour des rizières mal alimentées en eau et la production en a été affectée.

La qualité comme la quantité des eaux est un élément que les riziculteurs prennent en compte. Ils distinguent, d'une part, les quantités d'eau nécessaires à la préparation du sol de la pépinière et de la rizière et, d'autre part, la consommation d'eau dans la pépinière puis dans la rizière qui concerne le développement de la plante et varie suivant la durée du cycle végétatif et la variété de riz. On doit veiller à maintenir le niveau d'eau jusqu'à la période de tallage, 40 à 50 jours après le repiquage. En relation avec les exigences du riz, les riziculteurs savent améliorer, grâce à l'eau, les conditions d'un bon développement de la plante et savent également corriger les mauvais effets des eaux froides en jouant sur la hauteur de la lame d'eau. Ils régulent la température de l'eau en modifiant la hauteur d'eau qui a le rôle d'un matelas thermique. Une augmentation de la nappe d'eau en refroidit la température, un abaissement la réchauffe. Dans les rizières qui viennent d'être repiquées, ils utilisent ce pouvoir tampon de l'eau en maintenant la hauteur de la nappe vers 2-3 cm. De plus, parmi les fonctions écologiques de l'eau en riziculture irriguée, il faut signaler que l'eau participe à la lutte contre les adventices et évite ainsi de trop lourds sarclages. Les riziculteurs manipulent l'eau dans des conditions bien précises. Dans la plaine d'Antanetibe où est pratiqué le semis direct, le sarclage manuel n'est pas effectué mais les riziculteurs combinent, avant et après le semis, une série d'actions qui ont pour effet de supprimer les adventices avec des techniques à sec puis avec l'eau. Après le labour, fin septembre, qui entraîne l'enfouissement à sec de la végétation herbacée et des chaumes de riz, on fait entrer l'eau dans la parcelle à partir du canal. Le hersage est effectué jusqu'à 2 à 3 fois à quelques jours d'intervalle puis le

planage. On laisse la terre se ramollir ; le but est double, d'une part, obtenir une terre bien molle et un sol bien plat sans creux où une flaque d'eau ferait que le grain flotterait et ne s'enracinerait pas, d'autre part, décomposer la végétation enfouie et combattre toute croissance d'herbes. Au bout d'une semaine, on évacue l'eau. La pluie n'est attendue que 15 à 20 jours après le semis. Un mois après le semis, les plants étant robustes, on fait rentrer l'eau dans la parcelle. À nouveau, cette technique d'entrée d'eau soudaine et en quantité étouffe les adventices qui ont accompagné le riz dans sa croissance. On ferme la vanne de sortie et on laisse la parcelle pleine d'eau, sur 50 cm environ, jusqu'à la maturité du riz, vers la fin du mois de mars. Un mois avant la récolte, qui a lieu en avril-mai, on ouvre la vanne de sortie.

Les riziculteurs disent qu'ils ne font rien contre les mauvaises herbes — dans le sens d'une façon culturale (le désherbage) — mais ont d'autres moyens pour les combattre. C'est l'eau qui asphyxie les concurrentes du riz grâce à un savant dosage de la hauteur d'eau basé sur la croissance du riz et des adventices et sur leurs tailles différentes.

De la même manière, pour le repiquage, les exploitants veillent à la préparation de la parcelle où le riz est repiqué. Une fois les travaux de hersage effectués, ils augmentent le niveau de l'eau dans la parcelle pour achever d'étouffer la flore adventice avant que les plants de riz ne soient repiqués. Le sarclage manuel qu'effectuent les femmes après le repiquage est ainsi moins lourd.

Dans un pays de longue tradition rizicole l'eau participe de différentes façons à la riziculture irriguée. Elle représente une sécurité dans un milieu d'altitude où les conditions climatiques restent marginales. Elle est un outil écologique dans la mesure où par des pratiques variées, elle participe aux différentes phases de l'itinéraire cultural. Dans un système de riziculture traditionnelle on voit tout l'intérêt à connaître les valeurs attribuées à cette ressource ainsi que les pratiques culturelles et leurs significations vis-à-vis du milieu et de son utilisation.

La riziculture traditionnelle est orientée vers une réduction maximum du risque climatique qui repose sur la gestion de l'eau. Il n'en est pas de même à la SOMALAC chargée de développer une riziculture intensive irriguée. Cette opération a nécessité la mise en place d'une infrastructure hydraulique sophistiquée dans laquelle la maîtrise de l'eau n'est pas assurée. L'eau qui est en riziculture traditionnelle un facteur de sécurité devient ici un facteur de risque et conduit les riziculteurs à mettre en œuvre des stratégies prudentes — les superficies en semis direct restent importantes — qui ne correspondent pas aux objectifs d'intensification de la SOMALAC.

La SOMALAC — Société Malgache d'Aménagement du Lac Alaotra — créée en 1961 est intervenue dans une région qui constitue une entité géographique, la cuvette de l'Alaotra à 160 km au nord-est d'Antananarivo. Les Sihanaka étaient autrefois les seuls occupants de la cuvette ; avec des activités de riziculture et de pêche, leur implantation était restée très localisée.

Des colons européens mais aussi des malgaches, des Merina principalement, s'installent dans la zone occidentale. La mise en valeur rizicole de la région ne démarre qu'après la seconde guerre mondiale. La SOMALAC à sa création prend en main les aménagements hydro-agricoles ayant pour but la maîtrise de l'eau sur trois périmètres délimités couvrant 30 000 ha. Chargée de développer une riziculture intensive irriguée, la SOMALAC a également effectué un réaménagement foncier visant au remembrement et au lotissement des exploitations. L'opération a pris en compte un espace homogène dans le

sens d'une vaste cuvette où il est possible de produire du riz grâce à l'irrigation. L'unité de cette région tient à trois caractères : son immensité, son hydromorphie, sa potentialité rizicole. En fait, derrière l'étiquette SOMALAC, se cachent trois périmètres de culture dont les conditions hydrauliques, foncières et humaines ainsi que l'histoire sont différentes. La population reste aujourd'hui très inégalement répartie entre Sihanaka et immigrés — des Merina principalement — dont les traditions et les techniques rizicoles sont différentes.

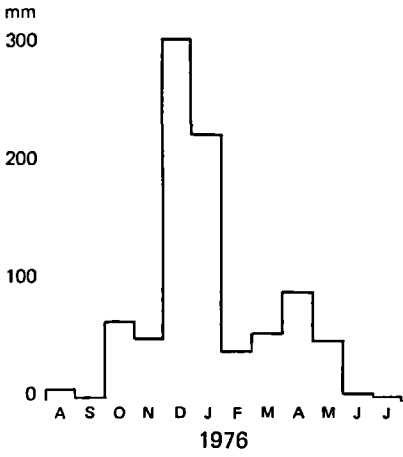
L'essentiel des aménagements et lotissements ont été terminés en 1974. À partir de cette date, la SOMALAC n'a pu entraîner ni des gains de productivité, ni une assurance de la production avec en particulier aucune sécurité des approvisionnements en eau en relation avec les phénomènes climatiques.

La culture du riz est dominée par deux systèmes de culture majeurs : le semis direct et le repiquage, ce dernier étant privilégié par la SOMALAC. Leurs résultats varient du simple au double. Ils semblent se stabiliser autour de 3 t/ha pour le riz repiqué et de 1,7 t/ha pour le semis direct. L'observation des variations interannuelles montre des écarts plus forts pour le riz repiqué que pour le semis direct laissant supposer une plus forte vulnérabilité du système en repiquage aux aléas climatiques et à leurs conséquences hydrauliques.

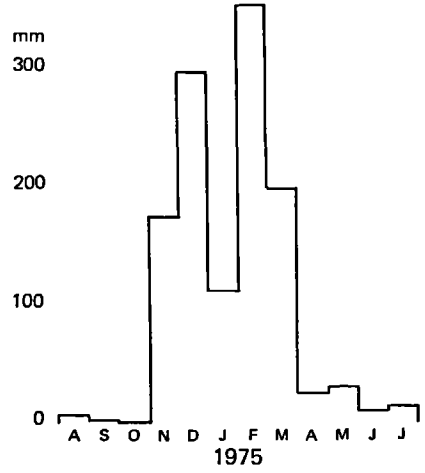
Le climat est de type tropical semi-humide et chaud. Les précipitations annuelles sont de l'ordre de 1 200 mm avec une nette croissance du nord au sud et un important effet d'altitude sur les bordures de la cuvette. On distingue une saison sèche bien marquée d'avril à octobre et une saison humide de novembre à mars. A Ambohitsilaozana, la pluviométrie moyenne est de 1 099 mm. L'irrégularité interannuelle est très forte, avec une variation sur 35 années (1944-1978) de 750 mm à 1 841 mm (fig. 1). On prendra pour exemple les totaux de trois années consécutives : 1 247 mm en 1975, 895 mm en 1976, 1 011 mm en 1977. Se succèdent année pluvieuse, année sèche ou encore retard ou avance de premières pluies, autant d'éléments qui sont néfastes pour la riziculture. De plus, la moyenne du nombre des jours de pluies est de 60 jours, mais elle peut varier de 50 à 95 jours suivant les années. Cette irrégularité s'accorde mal avec des pratiques impératives et avec un calendrier d'intensification basé sur des données moyennes. La forte variabilité interannuelle ne manque pas d'avoir d'incidence sur celle des résultats si les aménagements n'assurent pas une sécurité d'approvisionnement en eau. Les années 1980/1981 et 1981/1982 montrent la très forte vulnérabilité aux accidents climatiques.

Année	Nbre jours de pluie	Précipitations	Rendement SOMALAC	Indice Rendt	Taux repiq.	Taux pertes surf. cult.	Surf. non cult.
1980/81	43	536	1,94	71	48,5 %	16 %	4852 ha
1981/82	84	1674,6	2,23	82	37,5 %	3,7 %	1101 ha

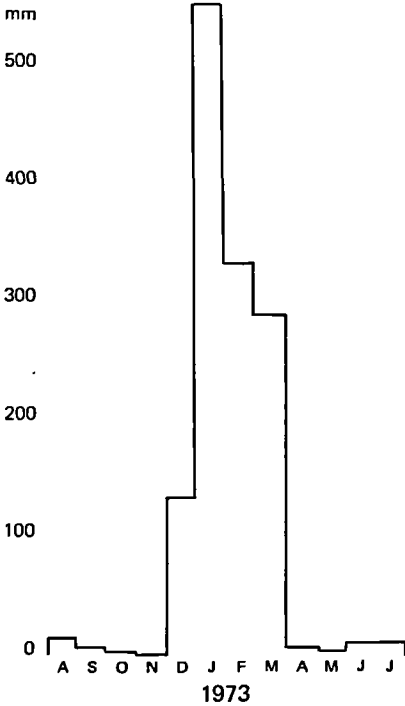
1980/1981 se caractérise par une sécheresse extrêmement forte, entraînant immédiatement une baisse des superficies, la modification des systèmes de cultures, une forte chute des rendements (moins 500 kg/ha en riz repiqué et moins 300 kg/ha en semis direct) et de la production totale. Les paysans se trouvaient dans une très mauvaise situation financière pour aborder la campagne suivante 1981/1982. Ceci explique le changement du riz repiqué au semis direct (48,5 % en 1980/1981, 37,5 % en 1981/1982). Les paysans ne disposaient pas des fonds nécessaires pour faire face aux coûts engendrés par le repiquage. 1981/1982 se traduit par un renversement total de la situation



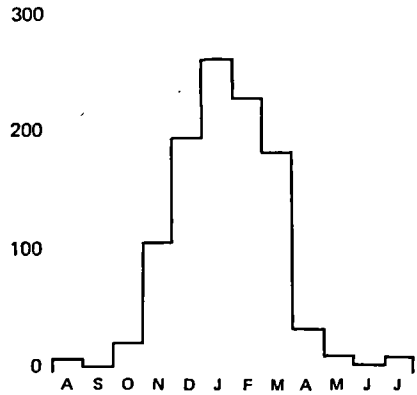
Total 895 mm  
Faibles précipitations et mauvaise répartition



Total 1427 mm  
«Bonne année» pluviométrique



Total 1377 mm  
Fortes pluies mais mauvaise répartition :  
0 mm en novembre



Total 1099 mm  
Précipitations moyennes mensuelles  
(période 1944-1978)

FIG. 1. — Ambohitsilaozana, précipitations mensuelles

climatique : excès d'eau et inondations qui se traduisent encore, mais dans une moindre mesure, par des réductions de superficies mais aussi par des pertes de production.

L'année 1982/1983 a eu une pluviométrie caractéristique d'une année moyenne mais la forte inversion qui s'était produite au cours des campagnes 1980/1982 au détriment du repiquage et en faveur du semis direct ne s'est amenuisée que faiblement ; le taux du semis direct reste supérieur à ce qui prévalait avant 1980/1982. De plus on peut remarquer que la bonne climatologie a plus profité au riz en semis direct — avec un rendement de plus de 2 tonnes — qui est souvent une quasi culture pluviale, qu'au riz repiqué. L'étude des 2 campagnes montre la vulnérabilité hydraulique, agronomique et économique des systèmes de culture paysans de la SOMALAC.

Le projet d'intensification rizicole de la SOMALAC repose sur un itinéraire cultural très strict dont la maîtrise de l'irrigation est une des conditions essentielles afin de pouvoir respecter le calendrier cultural normalisé. Ainsi « une lame d'eau comprise entre 10 et 15 cm doit être maintenue en permanence dans les parcelles, sans cesse renouvelée puis évacuée après la coupe », comme le recommande la SOMALAC.

Dans les 3 périmètres aménagés et répartis entre des attributaires pour une riziculture intensive, l'eau manque malgré la mise en place d'un réseau sophistiqué (fig. 2.)

	PC 15	PC 23	PC Nord
Superficies cultivées	2 802 ha	11 207 ha	14 794 ha
Superficies correctement irriguées	2 000 ha	5 420 ha	8 709 ha

Au total 16 127 ha sur les 28 303 ha cultivés sont correctement irrigués. D'un côté, les paysans rendent le « Génie » responsable d'une telle carence car, avant les aménagements, la zone « ne souffrait pas d'eau », de l'autre, les techniciens mettent essentiellement en cause la gestion de l'eau par les paysans.

Dans le PC Nord, par exemple, le débit moyen totalisé est de 21 350 l/s, suffisant pour irriguer 8 500 ha alors que le périmètre est beaucoup plus vaste. De plus, les ressources en eau d'irrigation ne correspondent pas au calendrier des besoins. L'eau d'irrigation, bien qu'en quantité insuffisante, est disponible en saison des pluies, au moment où les rizières sont elles-mêmes alimentées par les pluies. C'est donc particulièrement pour la pépinière, le repiquage et la floraison-maturation — aux deux extrémités du cycle cultural — que les besoins en eau sont mal assurés.

Les problèmes du réseau tiennent à des facteurs techniques, structurels d'une part et d'entretien d'autre part.

La création de tels réseaux dans les zones les plus basses de la cuvette ne prend pas en compte la gestion amont-aval des bassins versants. On a misé sur la seule maîtrise du périmètre. Aujourd'hui, la pénurie d'eau est due à des défauts techniques connus. L'accumulation des dépôts sableux dans les réservoirs de stockage et dans les canaux est liée au phénomène d'érosion accélérée qui dégrade les reliefs déboisés des bassins versants. Cete perte d'eau vient aussi des paysans qui, au fil de l'eau, prennent de l'eau sur les rivières pour irriguer leurs parcelles en amont des PC.

Le manque d'eau tient aussi à l'aménagement interne. L'affaissement de la tourbe lié à l'assèchement par drainage a été sous-estimé. L'important

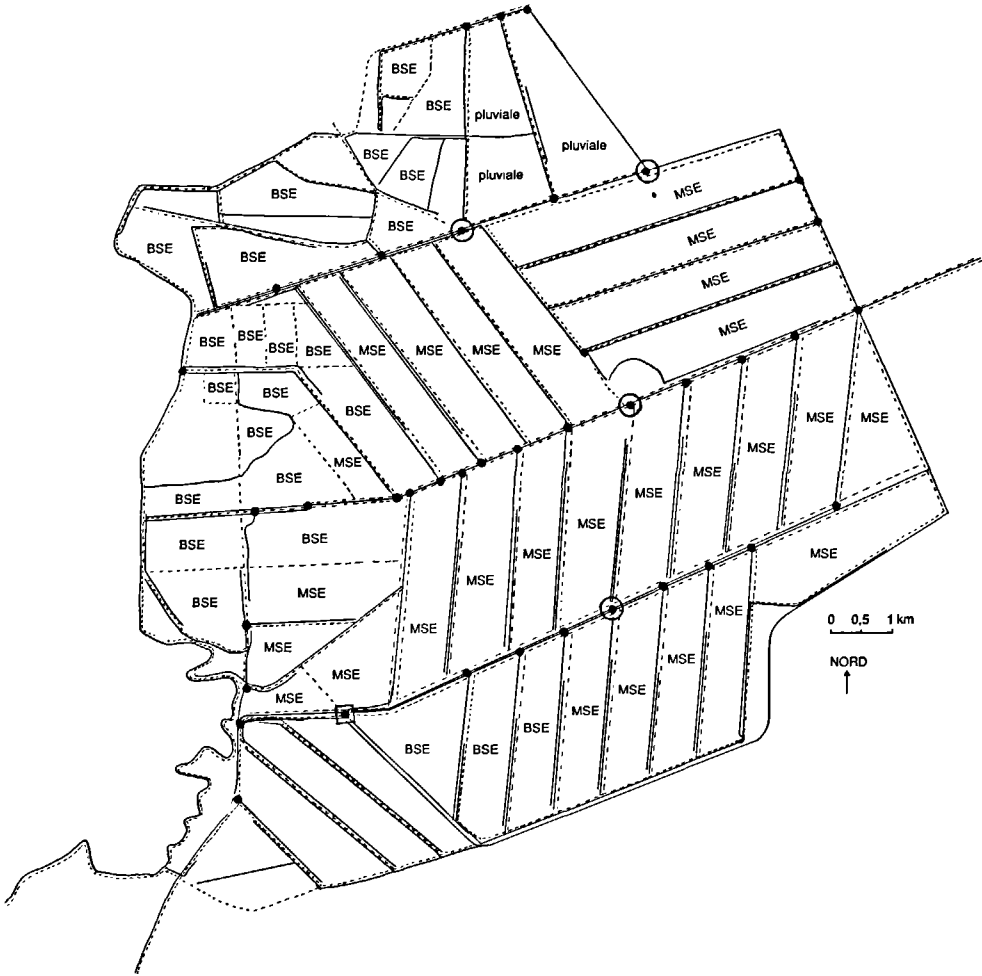


FIG. 2. — Le PC 23. Les mailles BSE (bien servis en eau) et MSE (mal servis en eau)

troupeau bovin participe également à la dégradation du réseau. Les digues des canaux s'écroulent à cause du passage répété de gros troupeaux pâturant le long des chemins sur les diguettes et s'abreuvant dans les canaux.

Enfin rien n'a été fait pour informer les paysans, les Sihanaka, d'une part, qui pratiquaient une riziculture traditionnelle sur le marais par brûlis et semis à la volée sans aucun aménagement, les immigrés, d'autre part, qui ont une longue tradition de riz repiqué. Or, pour ces derniers, originaires des Hautes Terres, la gestion des collines du haut des collines jusqu'aux bas-fonds rizicoles reste une tâche importante qu'ils savent maîtriser ; de plus, ils n'utilisent pas deux types de canaux pour l'irrigation et le drainage mais un seul canal qui a les deux fonctions d'irriguer et de drainer. Un apprentissage pour ces deux populations qui sont les utilisateurs et acteurs dans cette opération a fortement manqué.

La gestion et l'entretien sont complexes puisque le SDR (Service de Développement Rural) et la SOMALAC en ont tous deux la charge. Cette

dernière est incapable de faire respecter la bonne marche de circulation du réseau.

Les canaux tertiaires et quaternaires sont le plus souvent ensablés ou envahis par la végétation. Les paysans ne les entretiennent pas, disant qu'ils ne vont pas curer un canal où ils ne sont pas sûrs que l'eau arrivera. Ils ne curent qu'à l'arrivée de l'eau et retardent ainsi le calendrier cultural. Ou encore ils surcreusent ou élargissent les quaternaires pour voir arriver l'eau à leur parcelle. Ou bien ils dérivent l'eau du canal drain IV — où il y a de l'eau... — vers leurs parcelles en le bouchant en aval.

On assiste aujourd'hui à une inversion de fonction des canaux : les drains surélevés pourraient jouer le rôle d'irrigateur et les irrigateurs dont le plancher est affaissé celui de drain. L'utilisation de cette inversion de fonction n'est pas encore « autorisée ». Pourtant les cultivateurs qui manquent d'eau n'hésitent pas à aller la récupérer dans le canal drain.

Paysans et techniciens se renvoient la responsabilité du manque d'eau. Pour les techniciens, malgré l'existence des défauts techniques connus, le débit alimentant le périmètre est suffisant, pour les paysans l'eau n'est pas dans la rizière quand il le faut. Ces derniers remarquent le volume des eaux dans les canaux drains par rapport aux irrigateurs. Ceci leur fait dire : « ce n'est pas l'eau qui fait défaut, c'est plutôt une mauvaise organisation de sa distribution ». De plus, beaucoup de ces tributaires ont connu la période où la zone « ne souffrait pas d'eau » et où l'on savait « répartir l'eau » avec une irrigation du temps des concessions européennes par simple buse guidant l'eau dans les parcelles. Enfin, les riziculteurs ajoutent qu'ils comprendraient la pénurie en période de forte sécheresse mais qu'il ne devrait pas y avoir de problème d'eau en période normale pour toutes les raisons qu'ils évoquent.

Ainsi l'eau qui peut représenter une sécurité pour les riziculteurs est ici en fait un risque constant.

Les deux systèmes de semis direct et de repiquage coexistent. Bien que ce dernier fasse l'objet de tous les efforts de la SOMALAC, il ne concerne d'après une moyenne établie de 1974 à 1982 que 52 % des superficies rizicoles. Les variations interannuelles sont fortes de 37,5 % en 1981/82 à 59 % en 1977. Les deux calendriers rizicoles montrent le décalage par rapport aux calendriers optimaux de la SOMALAC avec des travaux de labour plus tardifs et des opérations beaucoup plus étalées : semis de mi-novembre à fin mars, pépinière de mi-octobre à mi-décembre et repiquage de début décembre à fin février (fig. 3).

En semis direct, les riziculteurs sèment des quantités importantes entre 160 à 200 kg à l'ha, une plus forte densité du semis étant destinée à apporter une sécurité par rapport à l'insuffisance d'eau et à combattre les adventices. La SOMALAC recommande 150 kg/ha. Le repiquage dans des conditions « normales » doit avoir lieu 45 jours après le semis en pépinière ; les bonnes dates de repiquage sont entre le 1<sup>er</sup> novembre et le 30 décembre, la date limite étant le 15 janvier.

Le choix du système cultural en début de campagne agricole dépend des « possibilités » de chacun des exploitants, de leurs objectifs et de leur marge d'incertitude. Ceux-ci tiennent compte tout d'abord des caractéristiques et des résultats de la campagne précédente mais aussi de la connaissance qu'ils ont de la maîtrise de l'eau à la parcelle, de la taille de la parcelle, de la main d'œuvre utilisable dont la force nécessaire varie en fonction du semis direct ou du repiquage, des possibilités en main d'œuvre salariée (liquidités financières), en travailleurs agricoles familiaux et en entraide, enfin du matériel agricole qui est disponible ou qu'il faudra louer.

Au fur et à mesure du déroulement de la campagne agricole, les paysans



	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.
Semis direct				xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx								
Labour				xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx								
Semis				xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx								
Entretien				xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx								
Irrigation				xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx								
Récolte	+++++											+++++
Repiquage												
Labour				xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx								
Pépinière				xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx								
Repiquage				xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx								
Entretien				xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx								
Irrigation				xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx								
Récolte	+++++											+++++

FIG. 3 (1). — Calendrier cultural des riziculteurs

	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.
Semis direct												
Labour				xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx								
Semis				xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx								
Entretien				xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx								
Irrigation				xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx								
Récolte	++++											+++++
Repiquage												
Labour				xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx								
Pépinière				xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx								
Repiquage				xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx								
Entretien				xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx								
Irrigation				xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx								
Récolte	++++											+++++

Les "bonnes dates"

Pour le semis direct :  
 1er au 30 nov., tout semis après  
 le 15 déc. entraîne une chute de  
 la production

Pour le repiquage :  
 1er nov. au 30 déc. tout repiquage  
 après le 15 janvier entraîne une  
 chute de la production

Légende : xxxxxxxxx Labour  
 ..... Pépinière  
 ----- Entretien  
 Irrigation  
 !!!!!!!!! Repiquage  
 ++++++ Récolte  
 : : : : : Semis

FIG. 3 (2). — Calendrier cultural de la SOMALAC

font des choix au niveau des pratiques culturales qui sont basés sur la connaissance qu'ils ont du milieu et qui sont appliqués dans leur quotidienneté en fonction de la gestion de l'eau d'irrigation et des pluies. Ils portent sur la lutte contre les adventices, les dates des façons culturales (retard voulu pour lutter contre les adventices, obligé par manque d'eau ou contraint par la recherche de salariés), enfin sur les pratiques plus ou moins expéditives. On a pu noter une très grande souplesse alors que les techniques proposées par la SOMALAC ont une grande rigidité : « il faut... » (*tokony*) (voir le calendrier cultural en p. 450 et 451 qui concerne surtout le repiquage).

L'eau « *miantoka my vokatra* » (qui assure la production) est un grave problème dans ce système de riziculture irriguée qui repose sur une bonne alimentation en eau. Il faut insister sur la véritable tyrannie qu'exerce l'eau pour les riziculteurs ; l'eau, c'est-à-dire la combinaison de l'eau de pluie et de l'eau d'irrigation qui doit la devancer et en être le complément.

On rencontre plusieurs problèmes d'eau dans la rizière :

- il n'y a pas d'eau
- il n'y a pas assez d'eau
- l'eau arrive en quantité mais trop tard. Par exemple, pour le riz repiqué, il faut de l'eau le 15 octobre dans la pépinière mais l'eau n'arrive que le 15 décembre
- l'eau est mal répartie sur toute la parcelle mal nivelée
- l'eau stagne dans la parcelle au moment où elle devrait être évacuée avant la moisson.

Dans tous ces cas l'eau nécessite un surcroît de travail et crée une insécurité. Les paysans subissent une double contrainte du fait du retard de l'eau et de la position, en conséquence, des périodes de travaux dans le temps.

Le choix de l'un ou l'autre des systèmes de culture a une signification par rapport à la maîtrise de l'eau qui apparaît plus nettement chez les migrants que chez les Sihanaka. Il reste vrai que le semis direct est considéré par beaucoup comme une stratégie anti-risque. On a pu noter qu'il n'y a pas de relation directe entre « Bien servi en eau/repiquage » ou « Mal servi en eau/semis direct » mais plutôt entre la maîtrise de l'eau et le rendement plus ou moins élevé. Le semis direct est une réponse au manque d'eau mais est pratiqué aussi pour d'autres raisons, que l'analyse des systèmes de production permet d'éclaircir.

Les paysans qui ont une mauvaise maîtrise de l'eau d'irrigation font un semis tardif vers le 22-25 décembre au moment où ils sont sûrs de pouvoir bénéficier des eaux de pluies et avant les fêtes de fin d'année.

Il reste que, quelque soit le système de culture adopté, la gestion de l'eau reste un gros travail. Ces travaux sont, en début de campagne, l'entretien des canaux et diguettes et, tout au long de la culture du riz, la surveillance de l'eau qui occupe 4 mois les riziculteurs en semis direct, 6 mois ceux en repiquage à raison de plusieurs fois par semaine.

La gestion de la non-assurance de l'eau coûte du temps et nécessite des « techniques à mettre au point ».

Pour les paysans, l'eau désherbe et est traditionnellement utilisée dans les façons culturales pour lutter contre les adventices. Ici, dans les conditions présentes, elle ne peut plus intervenir favorablement car elle n'est pas toujours en quantité suffisante et au moment voulu. Des aménagements ont été adoptés qui concernent le système de culture :

- La solution générale est d'augmenter la quantité de semis : 60 et même 80 kg/ha en repiquage, 160 et jusqu'à 200 kg/ha en semis direct. La quantité augmente d'autant plus que l'exploitant est en retard par rapport au calendrier.

- Le retard volontaire du semis est également une pratique pour amoindrir la pousse des adventices. En semis direct, certaines parcelles mal assurées de l'eau d'irrigation sont semées tardivement de façon dense. Dans ce cas, les paysans ne sarclent pas manuellement (opération extrêmement coûteuse en temps) et ne cherchent pas à acheter de Désormone (herbicide). Le rendement est moindre mais l'exploitant n'a pas à surmonter le coût du désherbage. Le pire est, qu'après un semis direct ainsi calculé, l'eau se fasse attendre, les adventices ayant alors le temps de se développer et de concurrencer les grains de riz qui ont du mal à s'enraciner. Pour cette raison, la prégermination est quelquefois effectuée. La même technique est adoptée en repiquage. La pousse maxima des adventices se situant entre le 1<sup>er</sup> décembre et le 15 janvier, les riziculteurs retardent la date des repiquages après le 15 janvier afin que le cycle

végétatif du riz ne soit pas en concurrence avec celui des adventices. Ils perdent sur le rendement (perte estimée à 500 kg/ha) mais sont gagnants sur la quantité de sarclage qui représente un gros travail.

Tout ceci va à contre-sens de la politique de la SOMALAC pour laquelle le respect du calendrier cultural est un des 5 thèmes d'intensification et qui préconise l'utilisation conjointe de deux herbicides (Désormone et Stam F 34), le premier produit se trouvant au marché noir, en faible quantité et pas au bon moment, c'est-à-dire en début de campagne, le second étant absent.

En raison du manque d'eau, alors que celle-ci est traditionnellement utilisée pour diminuer le travail du désherbage, et du manque de produits chimiques, pratique introduite, les paysans se trouvent désarmés face au problème des adventices et jouent sur le calendrier cultural en attendant janvier-février où ils sont assurés d'une quantité d'eau. On voit comment l'action conjuguée du manque d'eau et de désherbant se répercute négativement sur le calendrier.

- D'autres solutions concernent l'adoption d'un système de culture plutôt qu'un autre. Ainsi, on a pu remarquer chez certains riziculteurs, migrants surtout, qui regrettaient de ne pas pouvoir repiquer à cause du manque d'eau, une pratique intéressante en semis direct avec une technique plus élaborée. Après le labour à sec, ils effectuent le hersage et le planage aux premières pluies puis évacuent l'eau qu'ils laissent entrer à nouveau en quantité un certain temps pour étouffer les adventices. L'eau est à nouveau évacuée, une bonne mise en boue est faite et le semis a lieu sur un sol bien préparé. Cette façon culturale combine une bonne préparation du sol et la lutte contre les adventices.

- Une autre solution est le système mixte, avec juxtaposition des deux systèmes sur un même lot ou sur une exploitation, ce qui a l'inconvénient d'étaler dans le temps un calendrier déjà chargé.

- La stagnation de l'eau est également un problème en fin de cycle cultural, quand il est nécessaire d'évacuer l'eau de la rizière à maturité, quinze jours avant la coupe environ. Ceci entraîne un travail supplémentaire : les exploitants creusent au milieu de la rizière un canal d'évacuation des eaux vers le canal qui borde la rizière ; dans ce canal dont le plancher est trop haut l'eau stagne également. La technique est de barrer ce canal pour retenir l'eau en amont et permettre ainsi l'écoulement de l'eau de la rizière.

On a des paysans en quête d'eau et le second type d'actions concerne le réseau d'irrigation. Les riziculteurs ont une stratégie qui les oppose aux techniciens du service hydraulique : ils cherchent par des actions qualifiées d'illégales par la SOMALAC à « avoir de l'eau dans leurs parcelles ». Ces actions sont pour la SOMALAC le témoignage de l'indiscipline paysanne et expliquent en partie le manque d'eau sur le PC. Ce sont pour les paysans les moyens d'avoir de l'eau en quantité, puisqu'elle coule dans les canaux, et à temps, puisque les travaux de préparation, de semis et de repiquage ne peuvent pas attendre. Ces actions sont individuelles et collectives. Les pratiques individuelles sont néfastes pour les voisins dont les parcelles aval manquent d'eau à la suite de l'installation de ces prises « pirates ». Ce sont des barrages temporaires, *hesika*, installés sur les irrigateurs quaternaires, découpés dans la diguette mitoyenne du canal et de la parcelle pour dévier l'eau et augmenter le débit qui entre dans la rizière par la brèche ainsi ouverte. Ceci rappelle la pratique employée sur les Hautes Terres où, dans le système d'irrigation traditionnel, on casse un morceau de diguette et on obstrue le canal en aval de la parcelle à irriguer.

D'autres actions sont plus graves car elles détériorent le réseau d'irrigation.

Ce sont la construction de batardeaux sur les drains III pour amener l'eau dans l'irrigateur III qui lui est parallèle et n'a pas d'eau. Ceci a plusieurs conséquences. Le drain et l'irrigateur étant séparés par le chemin d'accès aux rizières, il faut ouvrir le chemin perpendiculairement aux deux canaux. De plus, en aval de l'ouvrage, le canal drain III n'a plus d'eau jusqu'au canal II et la parcelle du côté de ce drain sera difficilement irriguée pour des raisons d'équilibre de la nappe d'eau. On constate également la destruction des ouvrages où se trouvent les repères réglant le débit des canaux.

L'eau est un facteur de production important. Dans une riziculture coûteuse, l'eau « qui assure la production » doit remplir son contrat c'est-à-dire apporter la sécurité d'une bonne récolte. Or la mauvaise maîtrise de l'eau fragilise le système introduit par la SOMALAC et crée un risque. Aussi les exploitants ont mis au point toute une stratégie anti-aléatoire qui les détourne de l'intensification et donc du repiquage. Il faut d'ailleurs insister sur le fait que l'eau est incontestablement un facteur de meilleur rendement mais n'est pas l'élément significatif d'un système de culture par rapport à un autre comme aurait tendance à le dire le discours de la SOMALAC. Dans l'échantillonnage du PC 23, où les riziculteurs pratiquent le semis direct, 65 % sont bien servis en eau et 34 % mal servis en eau, le jugement intervenant du point de vue du système de culture.

On passe d'une maîtrise des aléas climatiques en système traditionnel par une gestion de l'eau à une dépendance sur les périmètres de culture de la SOMALAC dans un système hydraulique non sécurisé sur la moitié des superficies cultivées. À la SOMALAC, on a introduit paradoxalement par le biais d'un aménagement hydro-agricole la précarité qui conduit les riziculteurs, à adopter le semis direct dont le rendement est fonction de la pluviométrie.

Une gestion du risque par les uns, une stratégie anti-risque par les autres sont deux solutions à la réduction du risque climatique. Il reste qu'on ne peut isoler cet aléa ; les riziculteurs des Hautes Terres de Madagascar sont confrontés à d'autres risques de caractère technique, social et économique qu'ils prennent en compte dans la stratégie globale qu'ils mettent en œuvre dans leur système de production.

#### LE CALENDRIER CULTURAL<sup>1</sup>

1. **Pépinière** : à entreprendre dès qu'il y a suffisamment d'eau et qu'il commence à faire plus chaud, *au plus tard le 15 décembre.*

— Il faut préparer correctement le sol, effectuer le labour, la mise en boue, le planage.

— Une pépinière de 3 ares suffit pour une rizière de 1 ha. Répandre de l'engrais de fond à raison de 5 kg NPK par are.

Les semences :

— utiliser des semences sélectionnées

— prégermination des semences en sacs pendant une demi-journée dans l'eau puis exposées au soleil

— semences de 8 kg par are sur le sol mis en boue.

Il faut veiller à l'irrigation :

— Une fois le semis effectué, le sol doit toujours être humide pendant 3 jours.

— Du 4<sup>e</sup> au 8<sup>e</sup> jour on irrigue le soir et on évacue l'eau le matin.

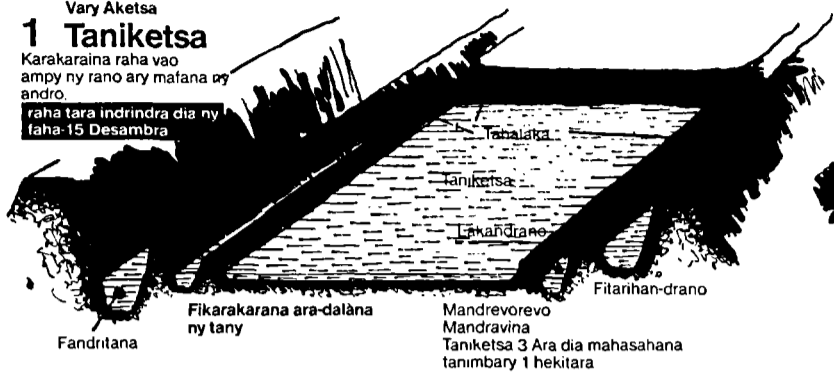
— Du 8<sup>e</sup> au 15<sup>e</sup> jour, maintenir entre 3 et 4 cm la hauteur de la lame d'eau ; eau à renouveler 2 fois.

— Du 15<sup>e</sup> jour au 30<sup>e</sup> jour : maintenir entre 5 et 8 cm la hauteur de la lame d'eau ; eau à renouveler 2 ou 3 fois.

# Fandaharan'asa ho an'ny fotoampambolena

## 1 Taniketsa

Vary Aketsa  
Karakarina raha vao ampy ny rano ary mafana ny andro.  
raha tara indrindra dia ny faha-15 Desambra



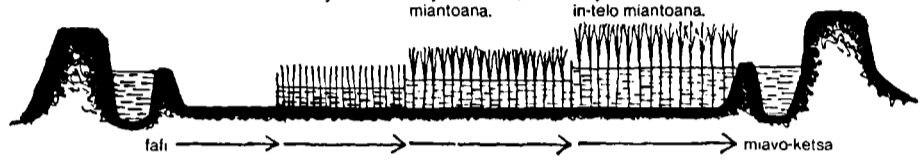
### Fampidiran-drano

Mandritra ny ateloana, tokony ho mando hatrany ny tany.

Andro faha-4 ka hatramin'ny andro faha-8: Mampidi-drano ny hariva ary ritina ny maraina.

Andro faha-8 ka hatramin'ny faha-15: Tanana ho 3 na 4 santimetatra ny ahavon'ny rano izay soloina indroa miantoana.

Andro faha-18 ka hatramin'ny faha-30: Tanana ho 5 ka hatramin'ny 8 sentimetatra ny ahavon'ny rano izay soloina in-droa na in-telo miantoana.



Asiana zezibazaha lafik'asa «NPK» 5 kilao isakin'ny 1 ara

### Mampiasa ambioka voafantina

#### Fampitsiriana ny Ambioka

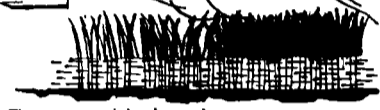
Alona tapak'andro anaty rano, raha haingana indrindra



Fafy: Ambioka 8 kilao isan ara amin'ny tany voarevovev



Ahotrika anaty lavaka mafana na atapy andro nefa kosa saronana



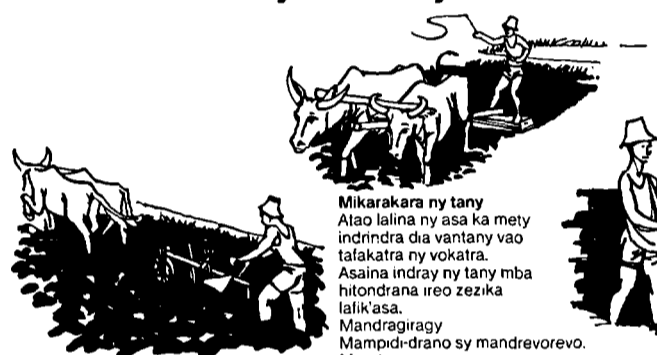
Fiarovana amin'ny haom-bary Mampiasa tanafody.

Mandritra ny fotoam-paniriany Raha hita fa mavomavo ny ketsa dia lafazana Zezika siramamy (sulfate d'ammoniac)

Alaka 30 andro

Miavo-ketsa Manetsa

## 2 Fikarakarana ny tanimbary

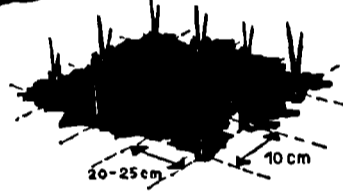


Mikarakara ny tany Atao lalina ny asa ka mety indrindra dia vantany vao tafakatra ny vokatra. Asaina indray ny tany mba hitondrana ireo zezika lafik'asa. Mandragiragy Mampidi-drano sy mandrevorevo. Mandravina.

## 3 Fanetsana

15 Janoary, raha tara indrindra

Ketsa Ketsa tanora 30 andro (noho izany dia atao aloha araka izay tratra ny fikarakarana ny taniketsa!) Fiantenana ketsa hita salama sy matanjaka ihany no singanina sy ampiasana.



Ireo foto-bary Singam-bary roa ho an'ny foto-bary iray. Elanelana: 20-25 sm manelanelana ny tora-tady roa ary 10-15 sm manelanelana ny foto-bary roa.

Tany Tsy ilana rano betsaka fa atao izay ahatonga azy ho mandrevorevo

Rehefa vita ketsa

15 andro

### Fafy katrana

Fikarakarana ny tany, raha vao ampy ny rano ary miha-mafana ny andro 15 Desambra, raha tara indrindra



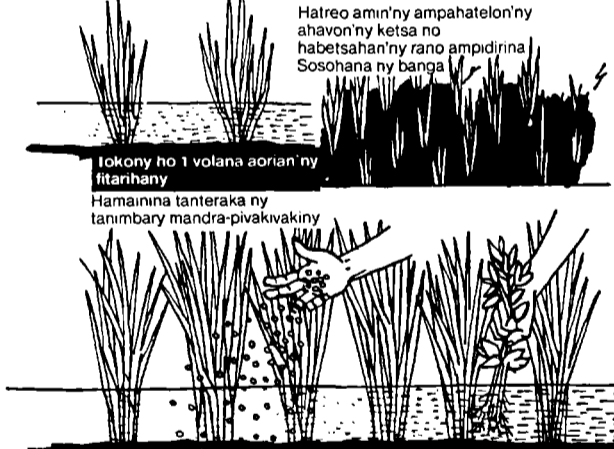
Mandragiragy (aonan'ny ny asa tany natao rehefa vita miaka-bokatra) Vita izany dia mampidirano. Zezika lafik'asa NPK 300 kilao isan'hekitara miampy zezi-pahitra Mandrevorevo Mandravina

Fafy Ambioka voafantina, efa mitsiry, 120 kilao isaky ny 1 hekitara.

## 4 Mitarika

10 andro aorian'ny fanetsana

Hatreo amin'ny ampahatelon'ny ahavon'ny ketsa no habetsahan'ny rano ampidirina Sosohana ny banga



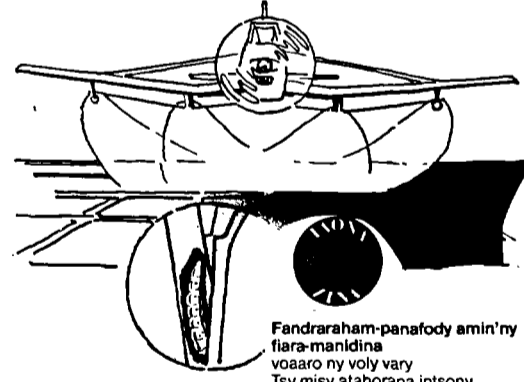
Hampidiran-drano hatreo amin'ny ampahatelon'ny ahavon'ny ketsa

Afaty ny zezi-bazaha mandritra io fotoana io

Fiavana Tokony hadio lalandava ny tanimbary, tsy misy ahidrasy

## 5 Fiarovana amin'ny fositra sy Haom-bary

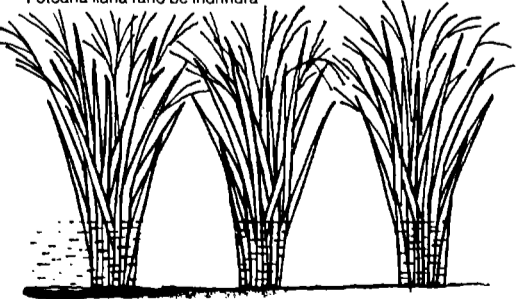
Fotoam-pamelezany: manomboka mitari-dreny ny vary ka hatramin'ny fisehoan'ny salohy Mampihena izay tsy izy ny vokatra ireo bibikely ireo.



Fandraram-panafody amin'ny fiara-mandina voaro ny voly vary Tsy misy atahorana intsony ny amin'ny ireo fositra sy Haom-bary

## 6 Tera-bary - Mamelana

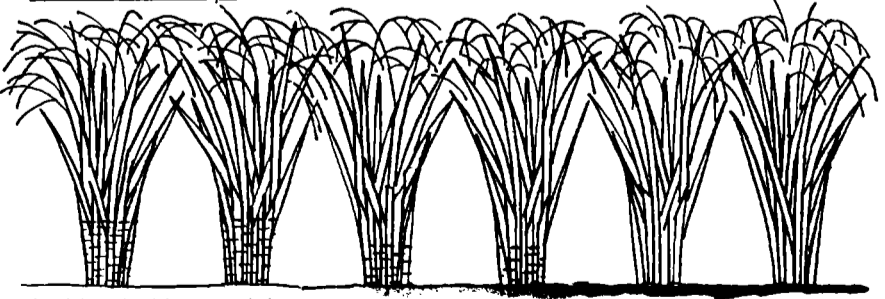
Fampidiran-drano Tandremana mba tsy hialy rano ny vary mandritra ireo fe-potoana ireo (tokony ho 3 herinandro) Fotoana ilana rano be indrindra



Fanesorana ny ahi-dratsy Tokony hadio lalandava ny tanimbary!

## 7 Matoy ny vary

Manomboka hamaina ny tanimbary vantany vao hita fa miha-matoy Izany hoe: tokony 8-10 andro alohan'ny fijinjana



Amainina miandalana ny tanimbary

8-10 andro → fijinjana

## 8 Mijinja vary

Rehefa tapitra matoy ny vokatra eo an-tanimbary.

FIG. 4. — Le calendrier rizicole

Il faut protéger les plants contre les poux de riz et veiller, si les plants jaunissent, à répandre du sulfate d'ammoniaque.

*Après 30 jours*<sup>2</sup> arracher les jeunes plants de la pépinière et repiquer.

## 2. Préparation de la rizière

- Aménager le sol.
- Labour profond, le mieux serait de faire un labour après la récolte suivi d'un deuxième labour.
- Hersage.
- Irrigation et mise en boue.
- Planage.

## 3. Repiquage : le 15 janvier au plus tard

— Il faut des jeunes plants de riz de 30 jours, aussi faut-il commencer à temps les travaux de la pépinière.

— Sélection : n'utiliser que les jeunes plants de riz robustes et sains.

— Le sol de rizière. Pas besoin de beaucoup d'eau, il suffit que le sol soit boueux. *Après le repiquage, pas d'irrigation pendant les 10 premiers jours.*

— Les pieds de riz : lors du repiquage, deux tiges suffisent pour un pied de riz. Écartement entre deux rangées de pieds de riz : 20 à 25 cm. Écartement entre deux pieds de riz dans une rangée : 10 à 15 cm.

## 4. Tallage

— *10 jours après le repiquage*, irrigation jusqu'au  $\frac{1}{2}$  de la hauteur des plants de riz. On comble les trous, on remplace les plants morts.

— 1 mois après le tallage, on assèche complètement la rizière jusqu'à ce qu'elle soit crevassée.

— on irrigue de nouveau jusqu'au tiers des plants de riz. En même temps on répand de l'engrais chimique.

— Sarclage ou désherbage, veiller à ce qu'il n'y ait pas de mauvaises herbes dans la rizière.

## 5. Protection contre les ennemis du riz (poux et parasites de la plante adulte c'est-à-dire borers)

Ils sévissent surtout après le tallage et entraînent une diminution de la récolte. Les traitements aériens donnent de bons résultats.

## 6. Épiaison — Floraison

L'irrigation est importante. Il faut veiller à ce qu'il y ait suffisamment d'eau pendant ces périodes qui durent 3 semaines environ. C'est le moment où l'eau en quantité suffisante est la plus nécessaire.

On veille au désherbage : la rizière doit toujours être propre.

## 7. Maturité

On commence à assécher petit à petit la rizière dès que le riz mûrit, c'est-à-dire 8 à 10 jours avant la moisson.

## 8. Moisson

Quand tout le riz de la rizière est mûr, on récolte.

\* \*

Semis direct (dans le cadre, à gauche sur le document)

— Préparer le sol dès qu'il y a suffisamment d'eau et qu'il commence à faire plus chaud. *Au plus tard le 15 décembre.*

— Hersage (qu'il convient d'effectuer après le labour qui suit la récolte)

— Irrigation

— Engrais NKP, 300 kg par hectare en plus du fumier de porc

— Mise en boue

— Planage

— Semis : semences sélectionnées, pré-germées à raison de 120 kg par hectare

BIBLIOGRAPHIE

- ABE (Y.), 1984. — Le riz et la riziculture à Madagascar. Une étude sur le complexe rizicole d'Imerina. Paris, CNRS, 232 p.
- BLANC-PAMARD (C.), 1984. — La SOMALAC à Madagascar : Production, organisation et économie du riz. En collaboration avec P. Fontanel, J. M. Funel, G. Laucoin et Cl. Raymond, Collection Évaluations, Ministère des Relations Extérieures, Coopération et Développement, 315 p. *multigr.*
- BLANC-PAMARD (C.) et MILLEVILLE (P.), 1985. — Pratiques paysannes, perception du milieu et système agraire : 101-138. In A Travers Champs, Agronomes et Géographes, Collection *Colloques et Séminaires ORSTOM*, Paris, 297 p.
- BLANC-PAMARD (C.), 1985. — Communautés rurales des Hautes Terres malgaches et gestion de l'eau : 421-441. In Les politiques de l'eau en Afrique. Développement agricole et participation paysanne. Sous la direction de G. Conac, C. Savonnet-Guyot et F. Conac, CNRS ACCT, Paris, *Economica*, 767 p.
- DOBELMANN (J. P.), 1976. — Riziculture pratique. Collection « Techniques vivantes », Paris, PUF, tomes 1 et 2, 221 p. et 123 p.
- LE BOURDIEC (F.), 1978. — Hommes et paysages du riz à Madagascar. Imprimerie de Foiben-Taosarintainin'i Madagasikara, 647 p.
- PELISSIER (P.), 1976. — Les riziculteurs des Hautes Terres malgaches et l'innovation technique, *Cah. ORSTOM, sér. Sci. hum.*, vol. XIII, n° 1 : 41-56.
- RAISON (J. P.), 1984. — Les Hautes Terres de Madagascar et leurs confins occidentaux. Paris, ORSTOM/Karthala, 2 tomes, 651 p. et 605 p.
- RAKOTO RAMIARANTSOA (H.), 1985. — Développement à contre-sens : un aménagement hydro-agricole qui n'a pas donné les résultats escomptés (Réseau hydro-agricole du PC 23 BIRD, cuvette du lac Alaotra, Madagascar) : 409-420. In Les politiques de l'eau en Afrique. Développement agricole et participation paysanne. Sous la direction de G. Conac, C. Savonnet-Guyot, F. Conac, CNRS ACCT, Paris, *Economica*, 767 p.

NOTES

1. Traduction du calendrier culturel présenté par le MPARA (Ministère de la Production Agricole et de la Réforme Agraire) et diffusé par de grandes affiches dans le cadre de « Taona Zina » (Pour une année prospère). Ce document est reproduit à la page précédente.
2. Sont en italiques les consignes très strictes du calendrier culturel qui sont encadrées de noir dans le document original.

# ***Fragilisation de systèmes de production par l'introduction de cultures de rapport, Nord Côte d'Ivoire***

Xavier LE ROY \*

Plusieurs pays d'Afrique de l'Ouest ont connu, au cours des 25 dernières années, un développement important de la culture cotonnière. C'est le cas, surtout, de la Côte d'Ivoire, du Mali, du Burkina Faso et, plus récemment, du Togo<sup>1</sup>.

Ce phénomène est particulièrement spectaculaire dans le nord de la Côte d'Ivoire, où une croissance rapide de la production de coton a bouleversé l'économie agricole sénoufo, la projetant d'une agriculture vivrière, presque exclusivement consacrée à l'autosubsistance, vers une économie de marché. Les observations faites à Karakpo, localité de 350 habitants de la sous-préfecture de Boundiali, illustrent les conditions dans lesquelles cette mutation s'est opérée.

Les principales données chiffrées proviennent de suivis réalisés dans ce village, en 1975 et 1976, puis en 1978 et 1979. Les résultats d'investigations plus légères, faites par la suite, et les statistiques cotonnières ont été exploités également.

## **DÉPENDANCE VIS-À-VIS DE L'EXTÉRIEUR**

L'intégration progressive à l'économie de marché s'est faite sous l'incitation extérieure. À l'époque coloniale, l'institution de l'impôt, qui contraint de dégager un surplus commercialisable régulier, et l'obligation de cultiver un peu d'arachide, ont eu une influence probable.

Mais ce n'est qu'avec le développement de la culture cotonnière, depuis 1963-1964, que l'agriculture du nord de la Côte d'Ivoire a été véritablement plongée dans l'économie de marché. Des moyens importants ont été mis en œuvre, par la CFDT (Compagnie Française de Développement des Textiles) puis par la CIDT (Compagnie Ivoirienne de Développement des Textiles). Cet encadrement a été déterminant dans l'accroissement de la production cotonnière, et il est probable que sa disparition brutale entraînerait le déclin de cette spéculation.

---

\* Économiste ORSTOM, Centre ORSTOM de Petit Bassam, 04 BP 293, Abidjan 04.



La première forme de l'encadrement est technique. Par l'apprentissage des procédés culturels nouveaux : semis en ligne, culture pure, traitement phytosanitaire, engrais, calendrier culturel rigoureux, pour certains utilisation de la traction animale. Ces techniques, si elles sont assez bien acceptées aujourd'hui, bien que pas toujours fidèlement suivies, apparaissent révolutionnaires lors de leur introduction.

La seconde forme de l'encadrement est économique : organisation du crédit, collecte, politique des prix agricoles.

L'accès au matériel de mécanisation et aux consommations intermédiaires n'est possible que par la gratuité de certains d'entre eux (semences sélectionnées, produit de traitement, engrais certaines années)<sup>2</sup> et par le crédit accordé pour les autres (engrais, herbicide, matériel de culture attelée). Ce système de crédit est efficace, résolvant les problèmes liés à son affectation et à son remboursement : fourniture du matériel et des produits en début ou en cours de campagne, déduction lors de la vente du coton.

La commercialisation se caractérise également par son efficacité. Tout un réseau de camions assure l'évacuation du coton vers les usines d'égrenage. Le coton est payé à un tarif national, connu à l'avance, à un niveau suffisamment incitatif.

Les villageois se montrent en effet très sensibles à la politique des prix agricoles. Ainsi, suite à l'augmentation brutale de 160 % en 1974 du prix du riz au producteur, associée à l'organisation de la commercialisation de cette céréale par la SODERIZ (Société de Développement de la Riziculture), presque toutes les exploitations du village ont cultivé du riz dans les bas-fonds, jusqu'ici guère utilisés. Plusieurs d'entre elles ont même fait appel à un tractoriste privé pour le labour. Tout ceci sans appui technique, tout au moins au début.

La dissolution en 1977 de la SODERIZ, puis la diminution du prix du paddy ont provoqué l'effondrement des ventes, comme le montre le Tabl. 1. Ainsi, l'évolution des ventes en dix ans va à l'encontre d'une diversification des cultures de rapport, le coton occupant maintenant une place écrasante dans les recettes agricoles : 80 % de celles-ci pour la campagne 1984-1985, le complément correspondant à l'arachide, achetée par des collecteurs privés, en augmentation aussi par rapport à 1975.

TABLEAU I  
Ventes agricoles moyennes par habitant à Karakpo en francs CFA

Campagne	1975-1976	1978-1979	1981-1982	1984-1985
COTON	3.180	7.060	10.100	16.510
RIZ	3.180	3.060	380	-
ARACHIDE	530	1.480	4.600	3.700
MAIS	170	160	70	-
IGNAME	-	-	290	-
POIS SUCRES	-	-	270	180
TABAC	100	80	40	-
TOTAL	7.160	11.840	15.750	20.390

## ACCROISSEMENT IMPORTANT DES SUPERFICIES

Les incitations au développement de la culture cotonnière ont été largement couronnées de succès, les réalisations dépassant le plus souvent les prévisions. En se limitant au cas de Karakpo, les surfaces en coton, insignifiantes avant 1964, sont passées de 12 hectares en 1968 à 47 hectares en 1974. Après un fléchissement consécutif au succès du riz inondé, causé par l'augmentation du prix du paddy, les surfaces cotonnières sont remontées à 51 hectares en 1985. Une progression constante des rendements a renforcé les résultats de cette culture.

Nous ne connaissons les surfaces vivrières que pour les campagnes 1975-1976 et 1978-1979, l'ensemble des parcelles du village ayant alors été mesuré. Il n'est donc pas possible de savoir si l'extension rapide des superficies en cotonnier a provoqué une diminution des cultures vivrières. Même si elle est envisageable, elle n'est absolument pas du même ordre que l'accroissement des surfaces de cotonnier.

En fait, les cultures de rapport, coton et pendant quelques années riz de bas-fonds, ont été ajoutées aux cultures vivrières. Au système antérieur, assurant l'autoconsommation, se sont juxtaposées des cultures nouvelles, répondant à une logique différente. Cette dualité se traduit dans l'espace, par une séparation assez nette de chaque type de culture, comme le montre la figure 1. Le coton est proche du village ou de la route carrossable, le riz inondé occupe quelques cours d'eau temporaires, tandis que les cultures antérieures à l'introduction du cotonnier sont situées aux confins du terroir.

Cette disjonction spatiale est confirmée par la reconstitution des successions de cultures : en 1975 et 1978 seulement 5 % des superficies en culture pluviale intègrent coton et vivrier dans la même succession. Le plus souvent, le cotonnier fait suite au cotonnier et les cultures vivrières se succèdent à elles-mêmes, en observant le plus souvent la séquence suivante : année 1 igname, année 2 maïs et/ou riz, année 3 arachide. Dans les deux cas, la durée d'utilisation d'une parcelle dépasse rarement trois ans, avec abandon ensuite à la jachère.

TABLEAU II  
Surface en hectares par association de cultures

	Total Karakpo		Moy. par habitant	
	1975	1978	1975	1978
IGNAME + RIZ	22	21	0,06	0,06
IGNAME + MAIS + RIZ	12	19	0,03	0,05
RIZ SEC	8	5	0,02	0,01
MAIS	5	18	0,01	0,05
MAIS + RIZ	55	37	0,16	0,10
ARACHIDE	15	11	0,04	0,03
ARACHIDE + MAIS	13	20	0,04	0,06
RIZ INONDE	44	62	0,12	0,17
COTON	44	43	0,12	0,12
PETITES CULTURES	1	2	0,01	0,01
TOTAL	219	238	0,62	0,67

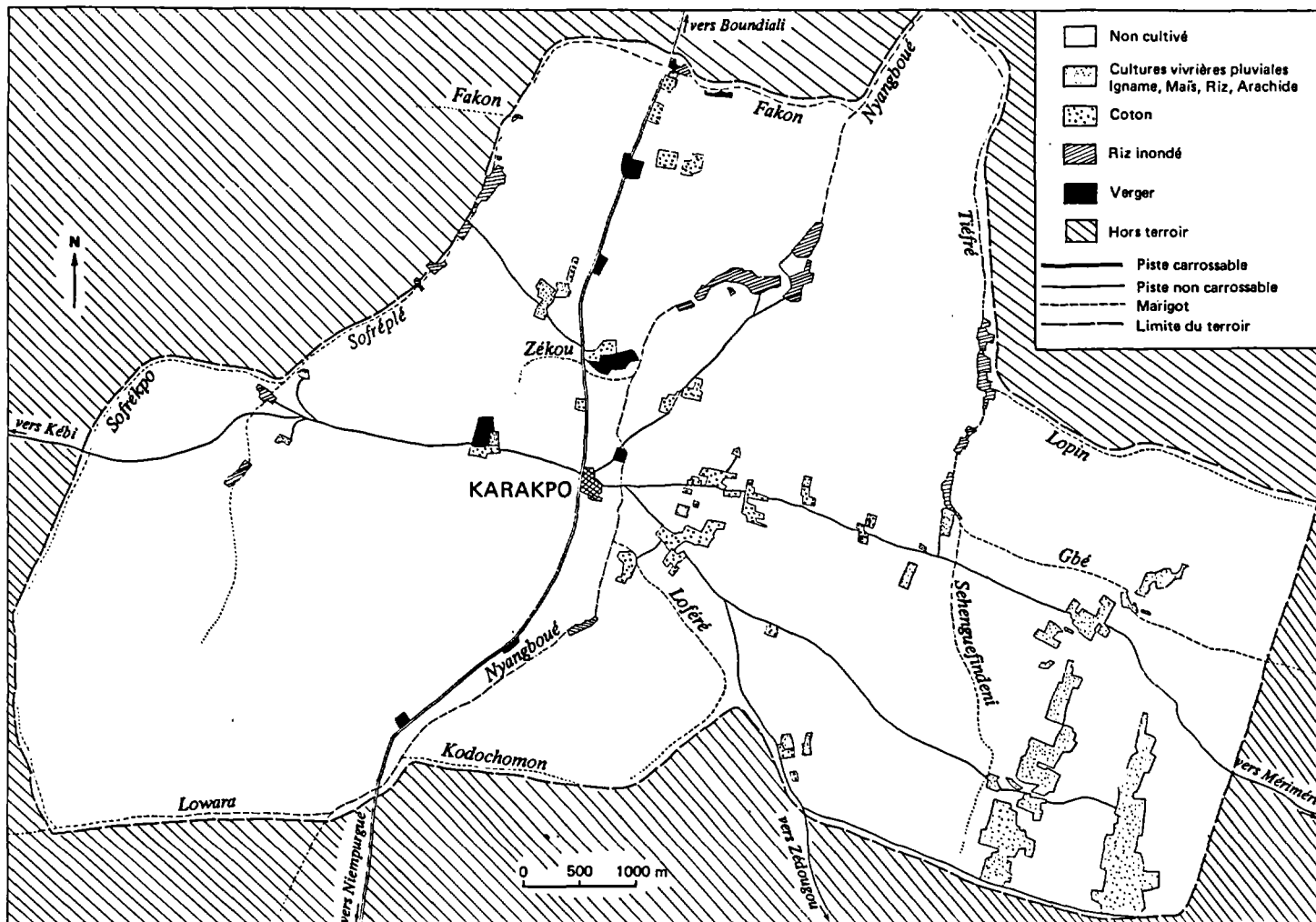


FIG. 1. — Terroir de Karakpo, 1975

La superposition des cultures de rapport aux cultures vivrières existantes s'est accompagnée d'un accroissement important des superficies cultivées. Si cette augmentation, depuis l'introduction du coton, ne peut être évaluée, elle est par contre connue entre 1975 et 1978. Le tableau II montre une variation sensible en trois ans : la surface cultivée passe de 219 hectares en 1975 à 239 hectares en 1978, soit une progression de 9 %.

Cet accroissement en trois ans ne se fait pas au détriment des cultures vivrières. On observe en fait une stagnation du cotonnier et des cultures vivrières pluviales, tandis que le riz inondé progresse de 40 %. Cette évolution ne se retrouve pas dans les ventes de paddy, qui piétinent (tabl. 1). Même si le prix de ce produit n'a pas bougé, même si une chute des rendements est envisageable, il est certain que son taux d'autoconsommation a augmenté, une substitution du riz inondé au riz pluvial s'opérant dans l'alimentation, suite à la sécheresse ayant sévi en 1976.

Quant au coton, le bond en avant des recettes entre 1975 et 1978 est dû à la conjonction d'une hausse du prix d'achat (+ 14 %), de la gratuité des engrais et de l'amélioration des rendements (+ 40 %). L'accroissement des ventes en arachide s'explique surtout par une hausse importante des cours.

### FAIBLE ÉVOLUTION DE LA PRODUCTIVITÉ DU TRAVAIL

Quoiqu'il ne soit pas possible de chiffrer l'évolution de la productivité du travail, l'accroissement des surfaces ne s'est pas accompagné d'une modification comparable de cet indicateur.

Les cultures vivrières, vestige du système de production antérieur, sont pratiquées sans changement profond des itinéraires techniques observés. Elles n'ont que peu profité de la transposition des procédés cultureux nouveaux, très minoritaires étant les parcelles qui reçoivent de l'engrais et encore plus celles cultivées à l'aide de la culture attelée. Les cultures associées, sans apport d'engrais, avec l'utilisation de la houe, restent la règle.

Les efforts déployés en matière d'encadrement technique de la culture cotonnière ont été orientés vers les rendements, ou du moins ont-ils porté le plus de fruits dans ce domaine. Mais il est économiquement peu rationnel de donner la priorité au rendement dans un contexte d'abondance en terre, cas le plus fréquent dans les zones cotonnières du nord de la Côte d'Ivoire et tout particulièrement à Karakpo (voir fig. 1). Précisons toutefois qu'un minimum d'intensification est nécessaire, la récolte de coton pouvant être dérisoire sans traitements phytosanitaires.

Le développement de la culture attelée va dans le sens de la recherche de l'amélioration de la productivité du travail. Si le résultat est positif pour la préparation du sol et les sarclages, cette mécanisation n'a pas atteint tous les objectifs fixés lors de son introduction dans la région en 1970. Ceci est confirmé par les résultats d'autres études (PELTRE-WURTZ 1979, BIGOT 1978 et 1987).

La mécanisation n'a pas profondément modifié la productivité, par le supplément de travail que représente le dessouchage et par l'absence de généralisation à toutes les exploitations, à toutes les cultures et à toutes les opérations culturales, récolte en particulier.

Cette faible évolution de la productivité du travail, conjuguée avec l'accroissement important des superficies provoqué par le développement des cultures de rapport, entraîne une surcharge de travail, comme le montre la fig. 2. Cette tendance est accentuée par le départ d'une partie des forces vives du

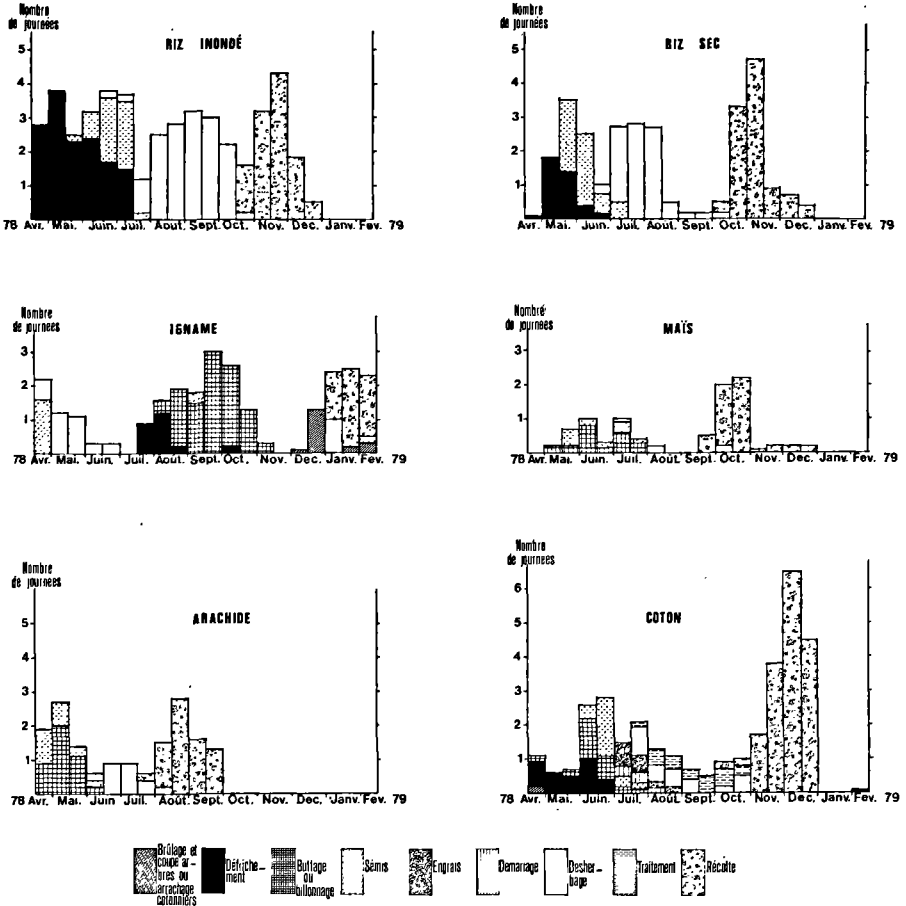


FIG. 2. — Enquête emploi du temps de 3 unités d'exploitation (26 enquêtes) ; Karakpo 16 avril 1978-15 février 1979 ; répartition semi-mensuelle par culture selon l'opération ; nombre moyen de journées par individu

village, nombreux étant les jeunes qui migrent vers le nouveau pôle cotonnier que représente le département de Mankono, un peu plus au sud (LE ROY 1981).

### ABSENCE D'AJUSTEMENT DES CALENDRIERS CULTURAUX

Ce surcroît de travail est aggravé par la concurrence, dans l'emploi du temps agricole, du cotonnier et du riz inondé, et de ces deux spéculations avec les cultures vivrières du système de production antérieur. L'emploi du temps par quinzaine pour chaque culture (fig. 3) révèle que les pointes de travail du coton et du riz coïncident et qu'elles correspondent aussi à celles des autres productions.

Pour le cotonnier, le billonnage et le semis, activités essentiellement masculines, sont en compétition avec la mise en culture du riz, notamment le

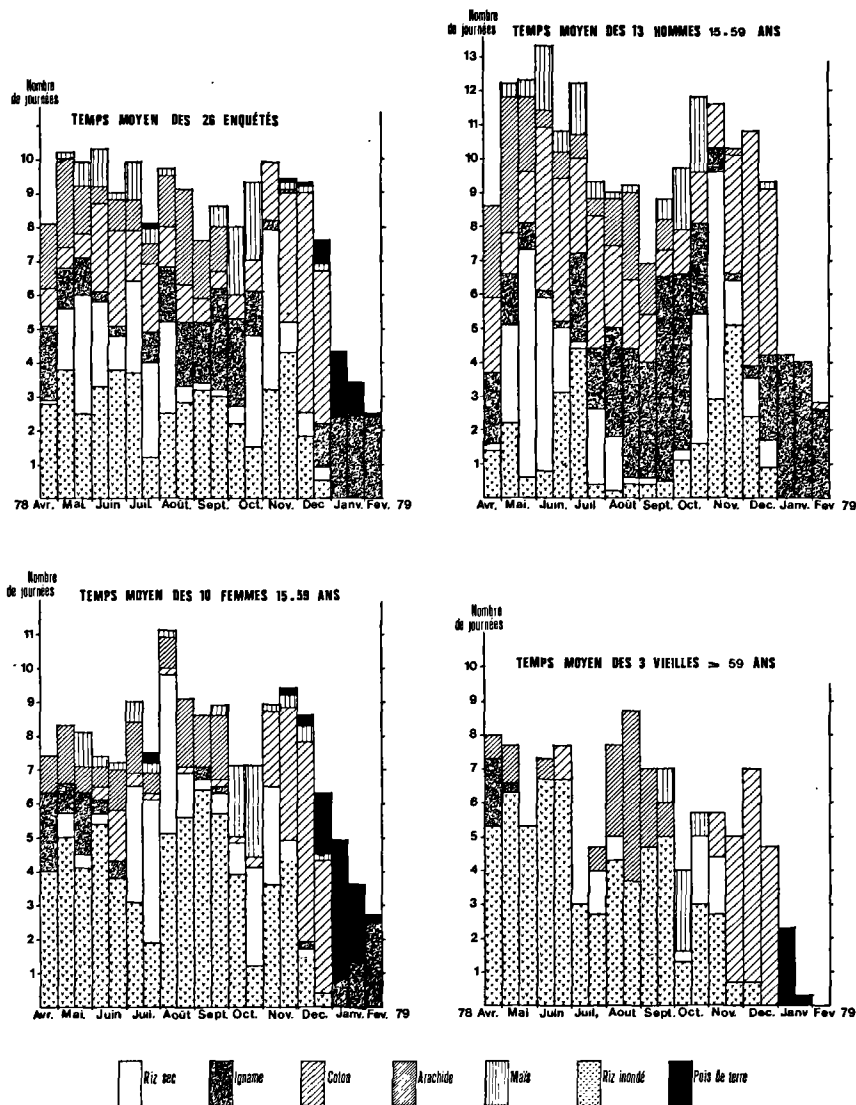


FIG. 3. — Enquête emploi du temps de 3 unités d'exploitation (26 enquêtes); Karakpo 16 avril 1978-15 février 1979; répartition semi-mensuelle du travail agricole selon la culture; nombre moyen de journées par individu

semis, effectué par les hommes. Toujours pour le cotonnier, le démariage, l'épandage d'engrais, le désherbage, tâches surtout masculines, correspondent au défrichage et au buttage de l'igname, opérations particulièrement longues et pénibles, réalisées également par les hommes. La récolte du coton, assurée par les individus des deux sexes, est en concurrence avec celle du riz.

Avec toutefois un léger décalage, les opérations culturales des riz pluvial et de bas-fond concordent et sont donc en rivalité. La compétition se retrouve aussi avec les autres cultures. Celle avec le coton, lors de la mise en culture et

de la récolte a déjà été évoquée. Le désherbage du riz, exécuté par les femmes a lieu alors que celles-ci doivent récolter l'arachide.

Cette rivalité entre le coton et le riz inondé, et entre ces deux spéculations et les cultures vivrières, aboutit à des goulots d'étranglement marqués, surtout pour les hommes (fig. 2). Il s'en suit que des choix sont faits, dans l'affectation du temps de travail, en faveur de certaines opérations ou de certaines cultures, au détriment d'autres.

La priorité, donnée par les villageois, au riz sur le coton, explique le retard constaté chaque année dans le semis du coton, préjudiciable aux rendements de cette production. De même le défrichage et le buttage de l'igname, effectués en pleine saison des pluies, à une période où le sol est suffisamment meuble, sont réalisés au détriment de l'entretien du cotonnier. Le nombre de sarclages est souvent inférieur aux recommandations, ce qui explique l'état d'enherbement de certaines parcelles.

Donc de façon générale, les opérations d'installation des cultures et de récolte sont faites en priorité, au détriment du désherbage. Seuls les champs d'igname sont toujours d'une propreté satisfaisante. Les parcelles de riz inondé, d'arachide et, dans une moindre part, de coton, s'avèrent avoir souvent une végétation adventice telle, qu'elle affecte sûrement de manière sensible les rendements obtenus.

### PLUS FORTE SENSIBILITÉ AU RISQUE

La concurrence entre cultures, dans l'emploi du temps agricole, vient donc se greffer sur l'accroissement des superficies, sans progression déterminante de la productivité du travail.

La conjonction de ces trois phénomènes — extension des surfaces, faible évolution de la productivité, absence d'ajustement des calendriers cultureux — provoque une raréfaction de la force de travail, facteur de production auparavant abondant. Ce phénomène est amplifié par le fait que de nombreux jeunes quittent le village.

La situation est particulièrement bloquée à certaines périodes de l'année avec apparition de goulots d'étranglement, qui sont résolus de manière peu satisfaisante, en bâclant certaines opérations, le désherbage notamment. Le seuil critique peut être dépassé en cas de très mauvaises conditions climatiques : par exemple raccourcissement de la saison des pluies, pénalisant les semis trop tardifs, ou sécheresse après semis, nécessitant de nombreux ressemis, non compatibles avec une saturation en travail.

Les charges générées par l'intensification des cultures accentuent les effets de ce risque climatique : le remboursement du matériel de mécanisation et des consommations intermédiaires peut être problématique lors de mauvaises récoltes. Ces charges font ainsi courir aux agriculteurs des risques financiers supérieurs à ceux rencontrés pour les cultures manuelles sans intrants.

À ce déséquilibre s'ajoute une plus grande dépendance vis-à-vis de l'extérieur, l'agriculteur ne maîtrisant guère son nouveau paysage économique. La survie des systèmes de production actuels est très conditionnée par le maintien de l'encadrement, qu'il soit technique ou économique. Sa suppression brutale provoquerait probablement la chute de la production cotonnière et l'abandon de certaines techniques nouvelles. De plus, tout effondrement des cours du coton a un impact important, compte tenu de la place écrasante qu'occupe cette production dans les recettes agricoles.

Ces appréciations doivent bien sûr être nuancées par le fait que l'alimenta-

tion des agriculteurs sénoufo est peu dépendante des recettes cotonnières, l'autosatisfaction des besoins vivriers étant la plus fréquente. La stabilisation des surfaces en cotonnier depuis dix ans pousse à ne pas être trop alarmiste à ce sujet. Il est d'ailleurs possible d'arguer que les recettes provenant du coton, plante moins sensible aux variations climatiques que le maïs ou le riz, peuvent pallier de mauvaises récoltes vivrières par l'achat de nourriture.

Il n'en est pas moins vrai que les conditions de fonctionnement des systèmes de production sénoufo, consécutives à l'introduction des cultures de rapport, les rendent plus fragiles. Les risques — climatique, économique, institutionnel — auxquels ils sont davantage exposés, ne se sont encore guère concrétisés pour les agriculteurs. Notons toutefois que la sécheresse de la campagne 1983-1984 a créé une phase délicate provisoire. Et, surtout, l'effondrement des cours mondiaux du coton depuis 1984, avec une baisse de plus de 50 % en 18 mois, prouve bien la menace qui pèse sur les agriculteurs. Cette chute des prix n'a pas été répercutée jusqu'ici sur les producteurs ivoiriens, mais cette situation est préoccupante pour l'État, tout comme pour les agriculteurs si elle se poursuivait.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ANCEY (G.), 1987. — L'avenir du coton en Afrique. Rétrospective et perspective. SEDES, Paris, 78 p. *multigr.*
- BIGOT (Y.), 1978. — L'introduction de la culture attelée en pays sénoufo (Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire). In : Maîtrise de l'espace agraire et développement en Afrique Tropicale. Logique paysanne et rationalité technique. ORSTOM, CNRS, Paris : 529-536.
- BIGOT (Y.), 1987. — La mécanisation agricole en zone soudanienne sénoufo. Recherche de références agraires comme aide aux décisions de mécaniser. CIRAD, Montpellier, 62 p. *multigr.*
- BINSWANGER (H.), 1986. — Agricultural mechanization. A comparative historical perspective. *Research Observer*, n° 1, 27-56.
- BROSSIER (J.), JAGER (B.), 1984. — Analyse technico-économique d'unités de production agricoles sénoufo. Fousebougou — Mali. Institut d'Économie Rurale, Division de recherche sur les systèmes de production rurale, Sikasso, 150 p. *multigr.*
- DEQUECKER (J.), 1982. — Cultures industrielles et cultures vivrières en Afrique Occidentale. *Afrique contemporaine*, n° 120, mars-avril 1982 : 1-7.
- FILLONNEAU (C.), 1979. — La mécanisation des cultures annuelles en Afrique tropicale humide à partir d'une étude de cas : la nécessité d'un équilibre des moyens de production et d'une sécurité des revenus. Implications techniques. In : Utilisation rationnelle des facteurs de production agricole. Colloque international agricole, Paris, 28 février-2 mars 1979. *Cahiers du CENECA*, juin 1979.
- GUIBERT (H.), 1986. — Dynamique du passage à la culture attelée des exploitations sénoufo dans l'Ouest du Burkina Faso. IRCT, Montpellier, 30 p. *multigr.*
- KLEENE (P.), WIERSTRA (G. A.), 1985. — Contribution de la recherche-développement au développement agricole Le cas du Mali-Sud. Institut d'Économie Rurale, Division de recherche sur les systèmes de production rurale, Sikasso, 31 p. *multigr.*
- LE ROY (X.), 1976. — Agriculture traditionnelle et cultures marchandes : la juxtaposition de deux systèmes dans un village sénoufo au sud de Boundiali. In : Actions de développement en pays Sénoufo. L'action de la CIDT dans deux communautés rurales situées au nord et au sud de Boundiali. Journées de la Recherche Scientifique en région de savane. Korhogo, 12-15 avril 1976. Ministère de la Recherche Scientifique Centre Orstom de Petit-Bassam, Abidjan : 28-49, *multigr.*
- LE ROY (X.), 1981. — Migrations cotonnières sénoufo. Premiers résultats. Ministère du Plan et de l'Industrie, Centre ORSTOM de Petit-Bassam, Abidjan, 65 p. *multigr.*
- LE ROY (X.), 1982. — L'introduction de cultures de rapport dans un village sénoufo du nord de la Côte d'Ivoire. In : Changements techniques et développement rural dans le tiers-monde. Session de la Société Française d'Économie Rurale, Paris, 29-30 septembre 1981. *Économie rurale*, n° 147-148 : 68-71.



- LE ROY (X.), 1982. — Effondrement des ventes de riz dans un village de la sous-préfecture de Boundiali : 1975-1981. In : Les cultures vivrières, élément stratégique du développement agricole ivoirien. Séminaire du CIRES, Abidjan, 11-15 mai 1982 : 169-173.
- LE ROY (X.), 1983. — L'introduction des cultures de rapport dans l'agriculture vivrière sénégalaise : le cas de Karakpo. *Trav. et Doc. de l'ORSTOM*, 156, 208 p. et 90 p. annexes.
- Ministère de la Coopération, CCCE, CFTD, SEDES, CIRAD, 1987. — Le coton en Afrique de l'Ouest et du Centre. Situation et perspectives, Ministère de la Coopération, Paris, 223 p.
- PELTRE-WURTZ (J.) et STECK (B.), 1979. — Influence d'une société de développement sur le milieu paysan. Coton et culture attelée dans la région de la Bagoué. Centre ORSTOM de Petit-Bassam, Abidjan, 428 p. et 85 p. annexes, *multigr.*
- PINGALI (P.), BIGOT (Y.), BINSWANGER (H.), 1986. — Agricultural mechanization and the evolution of farming systems in sub Sahara Africa. The world Bank, Washington, 283 p. *multigr.*
- SCHWARTZ (A.), 1985. — Le paysan et la culture du coton au Togo. *Trav. et Doc. de l'ORSTOM*, n° 186, 106 p.
- SEDES, 1965. — Région de Korhogo, Étude de développement socio-économique. SEDES, Paris, Ministère des Finances, des Affaires Économiques et du Plan, Abidjan, 9 vol., 109 + 101 + 264 + 151 + 118 + 150 + 93 + 268 + 52 p.
- TANGARA (M.), 1984. — La gestion programme de l'exploitation agricole et les interventions de développement en Mali-Sud. Mémoire 3<sup>e</sup> cycle Institut de Développement Economique et Social, Université de Paris I, 107 p. *multigr.*

## NOTES

1. Le développement de la culture cotonnière en Afrique de l'Ouest a fait l'objet de plusieurs études, très locales ou plus générales. Certaines d'entre elles s'intéressent surtout au fonctionnement des systèmes de production ou de culture ; d'autres mettent l'accent sur la mécanisation. Enfin, plus récemment, une réflexion de fond a été suscitée par l'effondrement des cours mondiaux du coton. Plusieurs de ces publications sont mentionnées dans la bibliographie.

2. Cette gratuité n'est en fait qu'apparente pour l'agriculteur. Le coût des semences et des produits phytosanitaires est pris en charge par la société d'encadrement, donc déduit forfaitairement du prix au producteur. Les engrais sont subventionnés, partiellement ou en totalité selon les années, par l'État ivoirien.

# Décisions d'assolement et incertitudes : une problématique pour l'agronome

Nicolas GERMAIN \*  
Jean-Christophe POUSSIN \*\*

Au sein d'une exploitation agricole, dans un contexte socio-économique et dans un environnement pédo-climatique donnés, les pratiques agricoles observées sur les parcelles résultent d'un compromis entre un objectif de production et la gestion de facteurs en quantités limitées.

Au cours de la gestion technique d'une campagne agricole, l'agriculteur prend deux types de décision : les décisions stratégiques et les décisions tactiques (PETIT, 1971).

Les décisions stratégiques concernent l'organisation prévisionnelle de la campagne agricole, pour atteindre l'objectif souhaité : choix d'un assolement, de successions, d'interventions techniques. L'exploitant agricole les prend en fonction notamment de son expérience accumulée. L'agronome souligne, à ce niveau, l'intérêt de raisonnement probabiliste : il privilégie l'étude fréquentielle de la pluviosité (SEBILLOTTE, 1968) en raison de son influence souvent prépondérante sur les niveaux de production, sur la possibilité de réaliser des opérations culturales données, et leurs effets sur le milieu cultivé.

En cours de campagne, l'agriculteur raisonne les décisions tactiques en fonction de la pluviosité effective, de l'état d'avancement des travaux, d'opportunité et/ou d'accident. Il peut ainsi modifier la surface consacrée à une culture ; il choisit quasi-quotidiennement la parcelle à travailler, l'activité de la main d'œuvre, l'outil et son réglage. Face aux aléas survenant en cours de campagne l'agronome s'efforce de proposer des alternatives permettant de tamponner leurs effets sur la production espérée et sur le maintien de l'aptitude à produire du milieu. Proposer des alternatives est un devoir dans la mesure où ces aléas sont prévisibles et présentent un taux d'occurrence significatif.

## 1. DÉMARCHE

Notre travail d'agronomes cherche à comprendre le fonctionnement annuel des systèmes de culture en conditions paysannes (FILLONNEAU *et al.*, 1983). Nous tâchons de mettre en évidence la diversité des prises de décision aux deux

---

\* Agronome ORSTOM, La Mariscalá 115, San Isidro, Lima 27, Pérou

\*\* Agronome ORSTOM, INRA, laboratoire d'économie rurale, 78850 Thiverval-Grignon.

niveaux évoqués précédemment. À cette fin, nous échantillons les exploitations agricoles selon des critères qui a priori permettent de révéler et d'expliquer cette diversité.

En choisissant comme zone d'étude une région où la pluviosité présente de fortes variations interannuelles, l'agronome a la quasi-certitude de constater, au cours de deux ans de suivi technique d'une même exploitation, des différences de tactiques. Il peut relier ces différences aux événements pluviométriques de ces deux campagnes agricoles.

Comparer les stratégies de deux exploitations agricoles, et mettre en évidence une liaison entre espérance de pluviosité et assolement prévisionnel, suppose que ces deux exploitations ne diffèrent que par leur environnement climatique. Or, ceci est impossible puisque l'objectif de production, le contexte socio-économique, la gestion des facteurs de production et l'environnement pédo-climatique sont interdépendants. L'environnement climatique varie avec la localisation géographique et l'éloignement géographique induit des différences de contexte socio-économique.

Néanmoins dans la mesure où les unités de production agricole sont semblables vis-à-vis des facteurs de production et du contexte socio-économique, l'agronome peut les regrouper par zones et relier l'assolement moyen de chacun des groupes ainsi constitués aux espérances de pluviosité des différents groupes. Il ne doit cependant pas oublier, qu'au sein d'un groupe, les variations sont parfois plus importantes qu'entre les groupes, et que la similitude entre unités de production dépend des conventions adoptées. Si l'on regroupe des unités de production agricole selon leurs facteurs de production, ou plus simplement selon la possession d'un outil de production, on aboutira a priori, au sein de ce groupe, à une diversité des décisions stratégiques et tactiques d'autant plus grande que cet outil permettra d'élargir la gamme des itinéraires techniques (SEBILLOTTE, 1978). La possession d'un outil n'induit en effet pas une utilisation selon une norme rigide : le recours aux techniques traditionnelles est toujours possible, et le plus souvent l'agronome observera en condition paysanne des itinéraires intermédiaires entre traditionnel et modernisé.

Pour un agronome soucieux de confronter ses connaissances aux situations paysannes (SEBILLOTTE, 1974), incertitude climatique et nouvelle technologie semblent donc deux critères à privilégier pour choisir un terrain d'études. Nous avons ainsi retenu d'étudier le fonctionnement technique des exploitations agricoles qui, dans la partie centrale de la Côte d'Ivoire, ont adopté la motorisation intermédiaire. Après avoir étudié des statistiques disponibles auprès de l'encadrement agricole, nous avons suivi pendant un peu plus de deux campagnes les activités de quelques exploitations. Les sites d'étude se positionnent sur un transect où l'espérance de pluviosité varie. Des visites permettant de contrôler les informations obtenues auprès de l'encadrement, et de relativiser nos explications sur le fonctionnement technique des exploitations, ont complété ces études de cas.

Après avoir rappelé les normes qui régissent la pratique de la motorisation intermédiaire, nous essaierons de montrer les relations entre stratégie d'assolement et espérance de pluviosité, puis les conséquences qu'a la pluviosité effective de la campagne agricole sur les décisions tactiques de modifier l'assolement.

## 2. LES NORMES

### 2.1. La savane ivoirienne « à deux saisons des pluies »

Notre zone d'étude s'inscrit très schématiquement dans le rectangle formé par l'intersection des parallèles 7 et 9 degrés nord et des méridiens 4 et 7 degrés ouest (voir fig. 1) à l'exception des coins sud-est et sud-ouest de ce rectangle rattachés au domaine forestier. Cette zone est souvent qualifiée de savane à

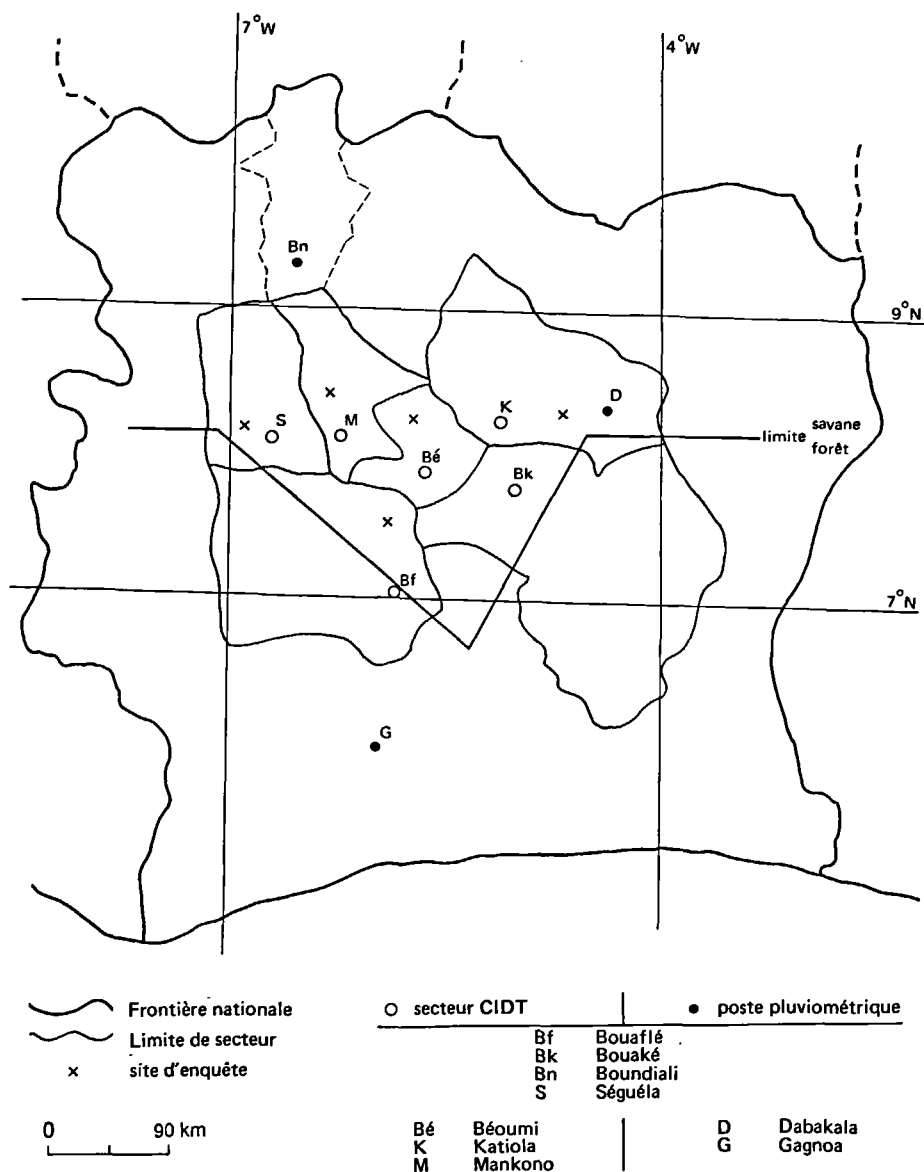


FIG. 1. — Localisation de l'étude

deux saisons des pluies : sur le plan « végétation-pluviosité », elle constitue la transition entre la région forestière à deux saisons des pluies au sud et la région soudanienne à une saison des pluies au nord.

Si l'on considère les courbes de fréquence de pluviométrie décadaire supérieure à l'évapotranspiration climatique, on constate (cf. fig. 2) qu'à Bouaké, qui illustre la situation en zone de savane à deux saisons des pluies, la courbe présente deux maxima. Le maximum de juin est beaucoup moins prononcé que celui constaté à Gagnoa, station représentative de la zone de forêt. Le maximum de septembre est plus élevé que celui de juin, mais reste inférieur en valeur, et surtout par la durée de son palier, au maximum de Boundiali, station représentative de la zone de savane à une saison des pluies.

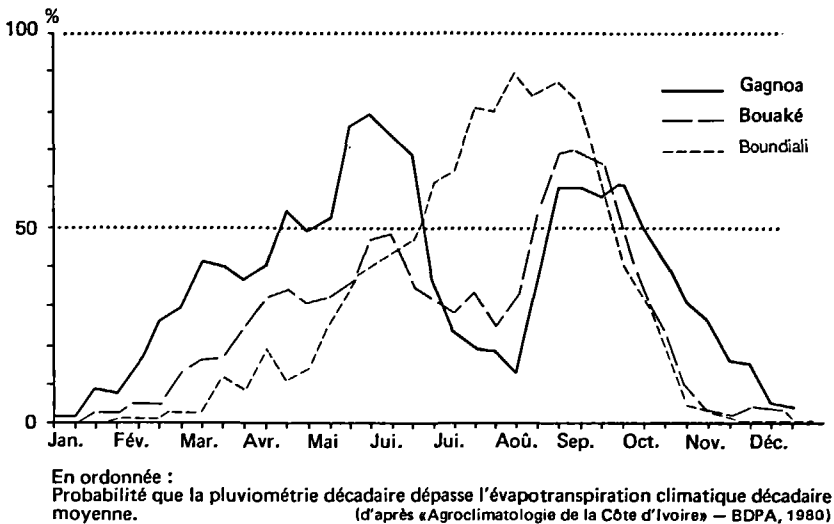


FIG. 2. — Espérance de pluviosité. Stations de Gagnoa, Bouaké, Boundiali

Au cours d'une année, on peut distinguer quatre saisons : une saison sèche de novembre à février, une première saison des pluies de mars à mi-juillet, une petite saison sèche (appelée aussi intersaison pluvieuse) de mi-juillet à mi-août, une deuxième saison des pluies de mi-août à fin octobre.

Ces quatre saisons ont des durées variables selon les années et les lieux géographiques. La frontière entre zone à une saison et zone à deux saisons des pluies fluctue ainsi selon les années. En raison des irrégularités de la pluviométrie et de ses conséquences sur l'occurrence des périodes humides (FRANQUIN, 1973), on peut constater, en un lieu et durant une campagne agricole, une seule saison humide, deux ou plus.

Au sein de cette zone existe un gradient sud-nord le long duquel la précocité, la régularité et l'abondance de la pluviosité de première saison des pluies diminuent (cf. fig. 3 : opposition Bouaflé/Dabakala — Séguéla). Il existe aussi, mais de façon moins nette que précédemment, un gradient ouest-est suivant lequel la quantité globale des pluies annuelles diminue. À l'ouest de la zone, la petite saison sèche est moins marquée, et la deuxième saison des pluies plus longue et plus régulière (cf. fig. 3 : opposition Séguéla/Bouaflé — Dabakala).

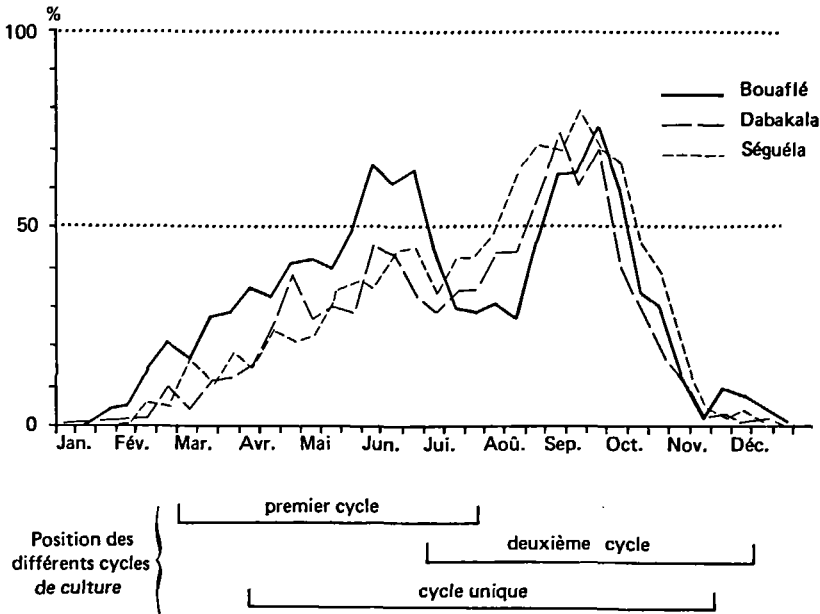


FIG. 3. — Espérance de pluviosité. Stations de Bouaflé, Dabakala, Séguéla

La réserve hydrique du sol tamponne l'effet de la variabilité dans le temps de la pluviosité. Elle est limitée par les propriétés texturales et structurales du sol. Les sols de cette région sont en général de type ferrallitique moyennement désaturé. Leur réserve utile varie de 50 à 100 mm. En une même localité, on rencontre cette gamme de variation, en relation avec les différences de situations topographiques. Aussi, n'avons-nous pas retenu a priori ce critère de réserve hydrique du sol pour échantillonner les situations étudiées.

## 2.2. Les cultures pratiquées

La pluviosité permet la culture pluviale pendant 8 à 9 mois. Suivant les durées de cycle et les dates de semis, deux cultures peuvent se succéder sur une même parcelle au cours d'une année : on parle alors de culture de premier cycle (en général : maïs ou arachide) et de culture de deuxième cycle (en général : cotonnier). Si une seule culture est pratiquée, on parle de culture de cycle unique (en général : igname ou riz ou maïs ou cotonnier). Les variations intra et interannuelle de la température étant négligeables, la durée du cycle cultural est surtout liée à la nature de la culture et/ou à la variété utilisée : les premiers cycles ont généralement une durée d'une centaine de jours, le cotonnier (la même variété est utilisée en cycle unique et en deuxième cycle) et les autres cycles uniques ont une durée d'au moins quatre mois.

L'irrégularité de la pluviosité entraîne une irrégularité des rendements, surtout pour les cultures qui ont des périodes critiques marquées (cas du riz et du maïs). Le calage du cycle cultural est raisonné selon les espérances de pluviosité, afin de limiter les risques de sécheresse en fin de cycle et/ou en périodes critiques. Pour les cultures de premier et deuxième cycles, ce calage doit envisager concomitamment les deux cycles. La commercialisation du

coton-graine est le monopole d'une société d'encadrement. Celle-ci impose des consignes de culture pour le cotonnier : elle fixe notamment une date limite de semis au-delà de laquelle elle ne prend plus en compte les surfaces semées et ne fournit plus les intrants attachés à cette culture. Cette date limite influence celle des premiers cycles et leur appellation : les cultures semées après la mi-avril sont considérées par l'encadrement comme culture de cycle unique.

Le maïs est souvent cultivé en premier cycle pour répondre à des objectifs d'autoconsommation ; en cas de surplus, une partie peut être vendue. La culture de l'arachide est souvent pratiquée sous la responsabilité des femmes ; une part importante de la récolte est vendue.

Les pluies de début de saison conduisent à un recrû de végétation lors des premiers travaux de préparation des cultures de cycle unique (FILLONNEAU et GERMAIN, 1982). Les cultures de premier cycle permettent de contrôler l'enherbement en début de campagne agricole : les paysans tiennent compte de la quantité de travail nécessaire pour couper et brûler les adventices avant le semis des cultures de cycle unique dans l'appréciation de la productivité de leur travail en cultures de premier cycle.

La quantité de travail pour installer une culture dépend de l'état de la parcelle, lequel est lié la conduite de la culture précédente (SEBILLOTTE, 1982). Installer du cotonnier en deuxième cycle est d'autant plus facile que la culture de premier cycle est récoltée tôt et laisse peu de résidus.

Le précédent arachide est réputé apporter un surcroît de coton-graine. Mais cette culture est souvent semée tardivement, car l'agriculteur attend que les pluies soient bien établies afin d'éviter des resemis coûteux en semences.

La possibilité de labourer une parcelle est liée à l'humidité et au type de sol, à la masse d'adventices et de résidus à enfouir, au matériel utilisé. L'ameublissement de l'horizon labouré est souvent profitable à une colonisation rapide du sol par les racines, il contribue à réduire les écarts de production liés aux aléas pluviométriques. Dans la mesure où cet horizon n'est pas recompacté, l'effet d'un labour peut se répercuter sur deux cycles de culture (CHOPART, 1985).

### 2.3. La motorisation intermédiaire

Une opération de motorisation intermédiaire a été lancée en 1978 : sous la tutelle de la société d'encadrement de la culture du cotonnier (CIDT : Compagnie Ivoirienne pour le Développement des Textiles), elle est fondée sur l'utilisation la plus individuelle possible d'un tracteur de faible puissance (25 CV), de maintenance réduite et simplifiée. Ce tracteur, complété d'outils, forme une chaîne motorisée permettant labours, reprises, semis, entretiens et transports divers.

Cette opération a d'abord débuté en région soudanienne. Elle a été étendue depuis 1980 à la zone de savane à deux saisons des pluies. Des opérations similaires de développement agricole ont lieu dans plusieurs pays de l'Afrique de l'Ouest : elles sont toutes encadrées par les organismes chargés de la culture du cotonnier.

La société d'encadrement sélectionne les candidats volontaires en fonction de leur assiduité à suivre les conseils pour cultiver le cotonnier. En général, elle préfère les candidats individuels mais, lorsqu'elle considère que la main d'œuvre d'une exploitation est insuffisante, elle peut encourager le regroupement de plusieurs exploitations (au maximum 5) autour d'une chaîne motorisée.

On recommande de cultiver avec cette chaîne une surface de 30 hectares, appelée bloc de cultures. Étant donné que deux cycles de culture sont

possibles, la surface défrichée est parfois réduite à 20 hectares. Le paysan peut conduire en manuel des cultures hors-bloc.

Certains paysans disposent de moyens mécanisés complémentaires selon qu'ils possèdent des bœufs d'attelage ou qu'ils sont à proximité d'un entrepreneur de travaux agricoles.

L'encadrement assure le suivi statistique de cette opération au niveau d'unités sous-régionales appelées secteurs. Ne sont consignées que les surfaces mises en valeur selon les directives de la vulgarisation. L'activité hors-bloc est enregistrée de façon très variable.

#### 2.4. Les statistiques d'assolement de l'encadrement

Le tableau I présente pour les campagnes agricoles 1983 et 1984 les statistiques d'assolement par secteur, données issues des rapports annuels de la CIDT.

TABLEAU I

Statistique d'assolement moyen par secteur et par campagne agricole (d'après les rapports annuels de la CIDT)

Secteur Campagne	Nombre de tracteurs	Surface cultivée par tracteur (ha)	Surface cultivée par exploitation (ha)	Composition de l'assolement (%)					
				Cot.	Riz	Maïs	Ara.	div.	
Katiola	1983	23	21,4	6,4	46	17	16	9	12
	1984	17	25,9	8,8	46	10	24	3	17
Bouaké	1983	23	19,4	6	66	0	18	1	15
	1984	20	20,5	6,8	43	4	29	8	16
Béoumi	1983	70	18,8	11,1	61	11	16	3	9
	1984	62	22,5	12,8	58	5	24	7	6
Bouaflé	1983	15	34,1	34,1	63	3	26	4	4
	1984	15	35,8	35,8	50	2	40	4	4
Mankono	1983	37	34,9	20,5	51	28	10	5	6
	1984	37	36,2	20,6	50	27	12	6	4
Séguéla	1983	33	26,2	18,8	42	32	13	7	6
	1984	34	26,4	19,2	40	30	14	12	4
Hors zone d'étude Boundiali	1983	70	29,9	24,3	43	14	25	10	8
	1984	76	28,8	22,1	40	13	28	13	6

Pour un secteur, les écarts entre surface cultivée par exploitation agricole et surface cultivée par tracteur s'expliquent par l'importance des associations d'agriculteurs dans l'effectif du secteur considéré. Entre secteurs, les variations de surface cultivée par tracteur sont dues en partie aux différences de surface moyenne défrichée par tracteur.

Au sein d'un même secteur, les variations d'assolement entre les deux campagnes atteignent souvent l'ordre de grandeur des variations constatées entre secteurs. Il ressort néanmoins un groupe « Mankono — Séguéla » pour le ratio de riz, un groupe « Bouaflé » pour le ratio de maïs. Les statistiques du secteur de Boundiali, représentatif de la région soudanienne, sont assez



semblables à celles de notre zone d'étude : la présentation adoptée distingue les cultures par leur nature, et non par leurs successions au cours d'une même année, elle nous semble donc incomplète pour révéler des problèmes d'organisation des activités agricoles.

### 2.5. Nos statistiques d'assolement

Après avoir éliminé les unités de production en première année d'acquisition (les conditions de livraison du bloc défriché influencent fortement l'assolement mis en place) et celles où la chaîne n'était guère utilisée à des activités agricoles (chaîne adoptée pour des raisons de prestige social, chaîne livrée pour des raisons diplomatiques), nous avons retenu d'étudier l'assolement d'une demi-douzaine de blocs par secteur. Nous avons jugé, après avis de l'encadrement, que ceux-ci présentaient une certaine pérennité de fonctionnement. Le secteur de Bouaké a été écarté. Nos études sur Bouaflé et Béoumi ne concernent que des exploitations individuelles gérées par des allogènes, celles de Katiola des associations d'autochtones. À Mankono et Séguéla, nous avons des associations et des exploitations individuelles, autochtones et allogènes.

Le tableau II indique la composition moyenne des assolements que nous avons constatée sur bloc. Ces statistiques sont en accord avec celles du tableau I, à l'exception du secteur de Katiola, où l'encadrement sous-estime l'importance des cultures de premier cycle, notamment celle de l'arachide. Ces surfaces sont conduites en dehors des conseils vulgarisés, et le plus souvent par des personnes n'appartenant pas à l'unité de production. Il s'agit de prêts de parcelle. L'implantation des deuxièmes cycles n'est possible qu'après libération de ces parcelles.

TABLEAU II

Composition (%) de l'assolement moyen sur bloc (d'après nos enquêtes agronomiques de 1984)  
(une demi-douzaine de blocs enquêtés par secteur)

Secteur	premier cycle	deuxième cycle	cycle unique
Mankono Séguéla	10 Maïs Ara.	10 Cot.	40 Cot. 80 dont 30 Riz 10 Maïs Ara.
Béoumi	20 Maïs Ara.	20 dont 10 Cot. 10 Maïs	60 dont 40 Cot. 20 Riz Ign.
Bouaflé	40 dont 35 Maïs 5 Ara.	40 Cot.	20 dont 10 Riz 10 Cot. 10 Ign.
Katiola	35 dont 30 Ara. 5 Maïs	35 dont 30 Cot. 5 Maïs	30 dont 15 Cot. 15 Ign. Riz

### 3. STRATÉGIES

#### 3.1. Stratégies d'assolement sur bloc

Considérons les assolements moyens par secteur présentés dans le tabl. II. On observe, quant à l'importance des premiers cycles, deux grands types de stratégie : celle de Bouaflé — Katiola d'une part, Béoumi — Mankono — Séguéla d'autre part. En ajoutant à ce premier critère la nature des cultures, on distingue Mankono — Séguéla de Béoumi par leur ratio en riz, Bouaflé de Katiola par l'opposition entre maïs et arachide.

Cette typologie de stratégies correspond assez bien au zonage rapide que nous avons établi à partir de l'analyse fréquentielle des pluies, à l'exception toutefois de Katiola.

Prenons le cas d'un assolement de 30 hectares dont 10 sont en premier cycle. Sous l'hypothèse simplificatrice que l'on ne dispose pour implanter ces premiers cycles que du mois de mars, et qu'il faut au moins deux décades où la pluviométrie soit supérieure à la moitié de l'évapotranspiration climatique, la probabilité de réussir cette implantation est de une année sur deux à Bouaflé, de une année sur quatre à Dabakala — Séguéla — Béoumi (les situations enquêtées au secteur de Katiola étant à proximité de Dabakala, nous avons préféré retenir ce poste pour les calculs fondés sur les fréquences pluviométriques).

En considérant, pour simplifier, que la réussite du maïs de premier cycle est liée à l'absence de stress hydrique à la floraison, ce qui impose d'avoir en mai au moins deux décades où la pluviométrie dépasse l'évapotranspiration climatique, cette culture réussira deux ans sur cinq à Bouaflé, une année sur cinq à Dabakala.

L'importance des surfaces d'arachide de premier cycle sur les blocs du secteur de Katiola ne peut s'expliquer que par l'organisation particulière de la production d'arachide qui mobilise, notamment à travers des prêts de parcelle, une main-d'œuvre qui n'est pas concernée directement par la motorisation intermédiaire. D'un point de vue technocratique, ces prêts de parcelle peuvent être considérés comme une contrainte, car ils entravent la possibilité d'implanter précocement le cotonnier. S'ils disparaissent, la stratégie d'assolement sur bloc du secteur de Katiola se rapprocherait sans doute de celle actuellement constatée à Béoumi et de celle que l'on pourrait préconiser à Bouaké.

#### 3.2. Stratégie hors-bloc

Dans toute notre zone d'étude, peu de cultures — à l'exception notable de l'igname qui est implanté après défrichement — sont conduites en cycle unique hors-bloc.

L'absence de premier cycle sur une parcelle hors-bloc traduit son abandon. Celui-ci se produit après un premier cycle si le paysan est empêché ou s'il juge que la conduite du cotonnier exigera trop de travail pour la maîtrise de l'enherbement.

Cette ressemblance entre secteurs se retrouve pour la technique de l'implantation du cotonnier après maïs. Le paysan réalise un billonnage manuel tardif du maïs de premier cycle. Il sème le cotonnier sur ce billon. Il récolte le maïs deux ou trois semaines après et couche les pailles de maïs dans

l'interbillon. Cette technique peut aussi être employée sur bloc, notamment lorsque le paysan juge que la date de récolte du maïs sera postérieure à la date limite de semi du cotonnier : cette stratégie de mise en place hors-bloc du cotonnier derrière maïs de premier cycle devient alors une tactique sur bloc.

#### 4. TACTIQUES

Le tableau III présente les assolements respectifs de six unités de production suivies durant les campagnes 1983 et 1984. Les deux unités d'un même secteur ont la même localisation géographique. Elles diffèrent alors par leur structure, par leur organisation et par les surfaces cultivées. Mais notre propos se limitera ici à commenter quelques écarts, au sein d'une même unité de production, entre ces deux campagnes agricoles.

TABLEAU III  
Assolement (en hectares) de 6 unités de production (d'après nos enquêtes agronomiques) en distinguant le bloc (B) du hors-bloc (HB)

Secteur	Unité Année	Premier cycle		Deuxième cycle		cycle unique			
		Maïs B HB	Arachide B HB	Cotonnier B HB	Maïs B HB	Cotonnier B HB	Riz B HB	Maïs-Ara. B HB	Igname B HB
B O U A F L E	1 1983	20.5 ?	1.5 ?	21.5 ?	0. ?	2.5 ?	1.5 0.	0. 0.	2.5 0.
	1984	27. 0.	2.2 1.	29.7 1.	0. 0.	1. 0.	1.5 0.	0. 0.	1.5 0.
	2 1983	16.5 0.	1.7 0.	16.7 0.	0. 0.	0. 0.	0. 0.	0. 0.	0. 0.
	1984	16. 0.	1.5 0.7	15.5 0.	0. 0.	2. 0.	1. 0.	0.7 0.	0.7 0.
B E O U M I	3 1983	1. 0.	1. ?	2. ?	0. ?	18.5 0.	6. 0.	0.5 ?	0. 1.
	1984	4. 1.5	0.7 0.	4.5 1.5	0.2 0.	14. 0.	4. 1.	0. 0.	0. 1.
	4 1983	1. ?	0.7 ?	1.7 ?	0. ?	26. 2.	6. 0.	2. 0.5	0. 1.5
	1984	7. 0.	1. 1.5	8. 0.	0. 1.5	29. 2.	4. 1.5	0.5 0.	0. 2.5
M A N K O N O	1983	0. 2.5	0. 2.2	0. 4.7	0. 0.	21. 6.2	9. ?	0. ?	0. 2.
	1984	0. 5.2	0. 3.	0. 8.2	0. 0.	12. 2.7	7. 2.2	0.5 0.	0. 2.
	1983	0. ?	5. ?	0. 0.	1. ?	6. 0.	10.5 ?	8.5 ?	0. 11.5
	1984	0. 0.	1. 0.	0. 0.	1. 0.	8. 0.	14. 2.7	1. 7.	0. 11.5

Dans l'exploitation 1, tout le maïs de premier cycle est implanté derrière le cotonnier, dont l'abondance des résidus après récolte impose un nettoyage préalable. L'objectif d'assolement élevé impose un démarrage précoce des travaux d'implantation. La pluviométrie de début de campagne conditionnant et limitant le nombre de jours propices aux labours, les semis de maïs sont d'abord réalisés sur des sols non travaillés ( $\frac{2}{3}$  de la surface totale semée), puis sur des parcelles labourées dès le démarrage de la première saison des pluies ( $\frac{1}{3}$  de la surface totale).

En 1983, le climat se caractérise par un démarrage tardif des pluies. La surface semée est de 20.5 ha, conformément à la séquence d'implantation énoncée précédemment. Certains semis sont réalisés après la date limite.

La deuxième saison pluvieuse est très courte et fortement déficitaire. La croissance des cotonniers est réduite (hauteur des tiges variant entre 30 et 100 cm). La récolte du cotonnier est achevée en décembre (en année normale, elle s'achève en février). Les travaux de nettoyage pour la campagne suivante sont réduits et rapidement réalisés.

En janvier 1984 une pluie accidentelle permet le labour de six hectares. Ceci entraîne une augmentation de la surface totale semée en maïs (27 ha) et la modification de la séquence d'implantation : semis sur labour (6 ha), semis sans labour (14 ha), semis sur labour (7 ha) après le début de la saison des pluies. Si l'année précédente avait été normale, cette même pluie aurait eu un effet catastrophique sur le coton non récolté.

En 1983, l'unité de production 6 récolte tardivement l'arachide de premier cycle sur bloc. La date limite de semis du cotonnier est dépassée. Les surfaces en question sont soit conduites en maïs de second cycle, soit abandonnées. Ces surfaces d'arachide sont alors considérées par l'encadrement comme des cycles uniques. Nous pensons que dans l'optique d'un conseil de gestion technique, elles doivent être considérées comme un premier cycle posant problème.

En 1984, en raison d'une pluviométrie excédentaire à l'époque des semis de cotonnier, l'unité 5 réduit de moitié la superficie semée en cotonnier. Quatre hectares sont préparés mais ne peuvent être semés.

En 1983 les productions de maïs de premier cycle ont été quasi-nulles dans les exploitations 3 et 4 (ceci en liaison avec une pluviométrie déficitaire). Pour satisfaire leurs besoins alimentaires, ces paysans ont implanté des cultures de maïs de cycle unique. Ces cultures n'ayant pas réussi non plus, ils ont alors modifié leur stratégie d'assolement en augmentant leur surface en maïs de premier cycle lors de la campagne suivante : cet exemple illustre à quel point la distinction entre stratégie et tactique est relative, et montre que ce qui fut tactique lors d'une campagne peut devenir une stratégie l'année suivante.

## 5. CONCLUSION

Dans le contexte d'incertitude climatique de la savane à deux saisons des pluies, la pratique de la motorisation intermédiaire révèle, conformément à notre présupposé, une diversité des stratégies d'assolement sur bloc plus forte qu'en agriculture manuelle. Nous venons de montrer les liaisons entre cette diversité et l'espérance de pluviosité.

Nous avons volontairement occulté la diversité des stratégies liées à l'organisation et aux objectifs des exploitations agricoles, qui est sans doute plus forte que la précédente. Nous avons de même passé sous silence la multiplicité des itinéraires techniques, qui peut aussi s'analyser en termes de stratégie et de tactique.

Les paysans commencent à acquérir de l'expérience dans la pratique de la motorisation intermédiaire. Étant donnée la variabilité interannuelle des événements pluviométriques, il faudra attendre au minimum dix ans pour que cette expérience soit comparable à celle de l'agriculture manuelle. Or, deux facteurs indépendants entre eux, et antinomiques dans leurs effets supposés sur l'assolement, nous semblent susceptibles à court ou moyen terme de perturber la logique de fonctionnement de cette pratique.

Citons d'abord les progrès technologiques qui amélioreront la protection

phytosanitaire du cotonnier. La date de semis pourra être avancée, la probabilité d'insatisfaction des besoins hydriques diminuera, l'intensification de la culture par une fumure raisonnée permettra d'augmenter et de stabiliser le niveau de production. En conséquence, le cotonnier sera essentiellement conduit en cycle unique, et la part des premiers cycles diminuera.

Citons également l'apparition de nouveaux pays producteurs sur le marché mondial du coton. Elle pourrait entraîner la division par deux des cours de ce produit. Les sociétés d'encadrement devront répercuter cette baisse sur le prix d'achat aux paysans, et ces derniers pourraient alors choisir une culture de rente plus rémunératrice ou une activité non agricole.

Face à des situations où la distribution de la pluviosité est aléatoire, où le paysan manque d'expérience en raison de l'évolution des techniques, où les échanges de l'unité de production avec l'extérieur s'accroissent et se monétarisent, où les prix des intrants et des produits agricoles fluctuent, il devient de plus en plus nécessaire, pour pouvoir conseiller le paysan, de théoriser et de réaliser des simulations sur des modèles de fonctionnement. Les modèles globaux, statistiques, permettent la définition de normes. Des modèles reliant organisation du travail, état du milieu et élaboration des rendements, permettent de définir et de proposer des stratégies. Des modèles basés sur des scénarios de situation critique permettent d'élaborer et de proposer des alternatives. Cette approche à trois niveaux est notre réponse d'agronome au risque en agriculture.

#### BIBLIOGRAPHIE

- B.D.P.A., 1980. — Agroclimatologie de la Côte d'Ivoire. 4 tomes, Ministère du Plan. Abidjan.
- C.I.D.T., 1983 et 1984. — Rapports annuels. Bouaké.
- CHOPART (J. L.), 1985. — Tillage effects on a corn-cotton sequence in the Central Ivory Coast. 14 p. Comm. présentée la 10<sup>e</sup> Conference of the International Soil Tillage Research Organization. 8 — 12/7/1985. Guelph, Ontario. Canada.
- FILLONNEAU (C.), GERMAIN (N.), 1982. — Éléments sur le contrôle de l'enherbement dans les systèmes de cultures annuelles en région de savane à deux saisons des pluies. *Multigr.* 9 p., ORSTOM-CIMA, Bouaké.
- FILLONNEAU (C.), GERMAIN (N.), POUSSIN (J.C.), SERPANTIE (G.), 1983. — Recherches en agronomie générale en rapport avec la mise en œuvre de nouvelles technologies par le développement. Cheminement et expérience du laboratoire d'agronomie ORSTOM de Bouaké. *In* compte rendu de l'atelier « On Farm Research in Ivory Coast », 15 — 17/12/1983. Abidjan.
- FRANQUIN (P.), 1973. — Analyse agroclimatique en régions tropicales. Méthodes des intersections et période fréquentielle de végétation, *Agron. Trop.* 28 (6-7) : 665-682.
- PETIT (M.), 1971. — Recherche sur les obstacles au progrès fourrager. *Fourrages*, Septembre, 163-187.
- SEBILLOTTE (M.), 1968. — Étude climatique de la région de Gagnoa en Côte d'Ivoire. *Agron. Trop.* 23 (3) : 322-357.
- SEBILLOTTE (M.), 1974. — Agronomie et Agriculture. Essai d'analyse des tâches de l'agronome. *Cah. ORSTOM, sér. Biol.*, 24 : 3-25.
- SEBILLOTTE (M.), 1978. — Itinéraires techniques et évolution de la pensée agronomique. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, 14 (6) : 906-914.
- SEBILLOTTE (M.), 1982. — Pratiques des agriculteurs et évolution de la fertilité du milieu. Éléments pour un jugement des systèmes de culture. *Bull. Tech. Inf.*, N° spécial 302-303 « Fertilité du sol et Agriculture » : 425-436.

# **Risque et agriculture de plantation : l'exemple des cultures commerciales développées dans le département d'Agboville (Côte d'Ivoire)**

Jean-Louis CHALEARD \*

L'agriculture marchande est aujourd'hui largement répandue en Côte d'Ivoire forestière. Les cultures arbustives (café-cacao) l'emportent nettement. Mais d'autres spéculations (ananas, banane poyo, palmier etc.) ont été développées.

Les raisons des choix cultureux des planteurs sont multiples : rôle des autorités coloniales puis gouvernementales ivoiriennes, faveur pour des systèmes extensifs ou intensifs selon les cas... L'importance du risque est certainement un des éléments dont tiennent compte les agriculteurs.

Si nous entendons par risque, le fait de s'exposer à un danger en espérant en tirer avantage, le planteur prend bien un risque en se lançant dans une culture, investissant du temps et quelquefois de l'argent dans sa conduite, mais espérant en retour en obtenir des revenus monétaires.

L'importance du risque dépend d'une part de l'investissement engagé (en temps et argent), d'autre part du revenu escompté qui lui-même est lié à trois facteurs : le volume de la production, le niveau des prix, la possibilité d'écoulement de la récolte. Par rapport à l'agriculture vivrière d'autosubsistance, le risque en agriculture commerciale présente des aspects nouveaux, puisqu'aux risques liés aux conditions naturelles et faisant fluctuer les productions s'ajoutent les risques liés aux contraintes économiques (coûts des intrants, état du marché). Tous ces éléments varient fortement d'une spéculation à l'autre.

Le cas des cultures commerciales développées dans le département d'Agboville situé dans le sud-est de la Côte d'Ivoire (fig. 1), est exemplaire à ce titre et peut nous permettre à la fois d'analyser l'inégalité des risques selon les cultures et d'éclairer le comportement des planteurs face à ces risques.

Cet espace nous paraît intéressant à trois titres. D'abord, le milieu naturel n'est guère différent de celui du reste de la Côte d'Ivoire forestière : le climat est chaud et humide (1 700 mm de pluies par an au sud, 1 400 mm au nord,

---

\* Géographe, École Normale Supérieure, Avenue de la Grille d'Honneur, Le Parc, 92211 S<sup>t</sup> Cloud Cedex

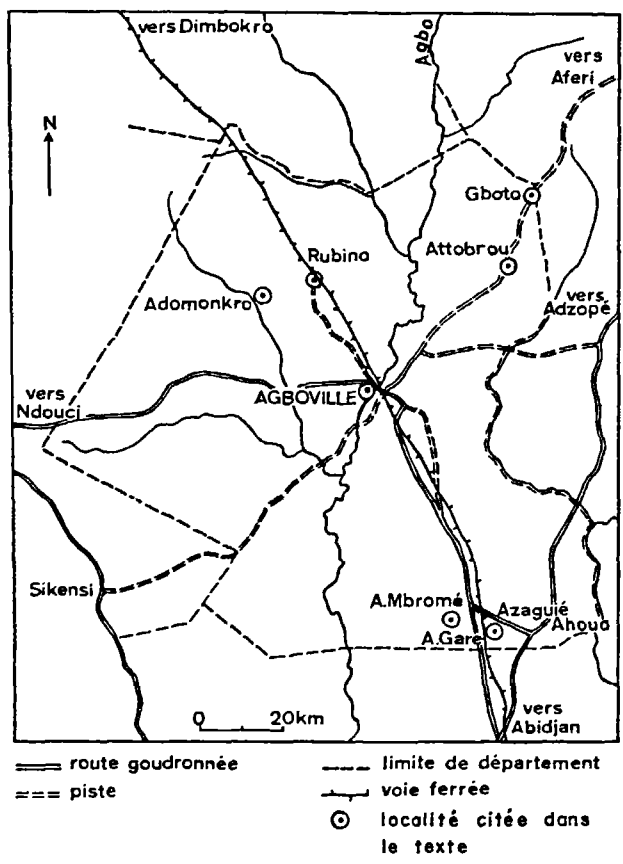
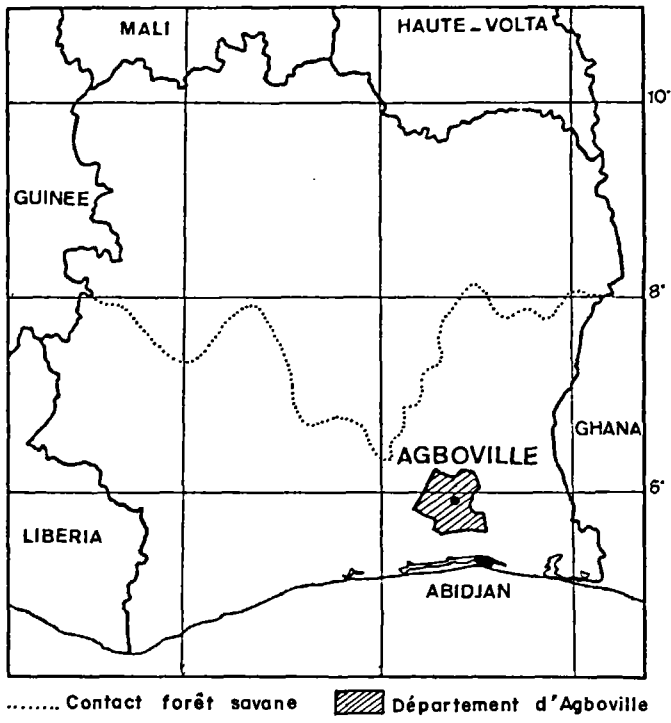


FIG. 1. — Le département d'Agboville : carte de situation

réparties en deux saisons d'avril à juillet et de septembre à novembre). Il permet un large éventail de cultures. Cependant, le volume annuel des pluies et surtout leur répartition saisonnière, forts variables d'une année sur l'autre, entraînent un risque permanent pour toutes les cultures.

Ensuite, les limites administratives du département correspondent assez bien à celles du pays abé, l'ethnie autochtone. Les Abé constituent la majorité des planteurs. Mais les immigrants sont venus nombreux. Ils sont aujourd'hui manœuvres ou planteurs comme c'est le cas dans toutes les régions de la Côte d'Ivoire forestière.

Enfin, dans ce département, différentes cultures à vocations commerciales ont été développées : d'abord le café-cacao (dès les années 1920), ensuite la banane (surtout à partir des années 1950), et plus récemment des cultures vivrières pour ravitailler les centres urbains tout proches : Agboville et Abidjan. Ici, comme partout dans le sud du pays, le café-cacao a gardé sa préhémence : il représente 72 % des superficies cultivées dans le département<sup>1</sup>.

Le département constitue ainsi, un espace commode pour analyser les avantages et inconvénients respectifs, face aux risques commerciaux à prendre, de ces trois cultures qui représentent chacune un type de culture commerciale largement développée (ou que les responsables gouvernementaux voudraient développer) en Côte d'Ivoire forestière : cultures arbustives d'exportations (café-cacao), cultures non pérennes intensives d'exportation (banane), cultures commerciales pour le marché national (cultures vivrières)<sup>2</sup>.

## 1. CAFÉ ET CACAO : LES CULTURES DU MOINDRE RISQUE

Les cultures du café et du cacao, présentent des situations du même type face au risque. C'est pourquoi, on peut les associer. Il s'agit de cultures arbustives, développées depuis très longtemps par de petits planteurs, dans le cadre d'exploitations réduites en superficies (en majorité moins de 5 ha). Les revenus fournis par ces cultures sont en apparence médiocre. Mais elles exigent une prise de risque relativement restreinte.

### 1.1. Une production faible par unité de surface

La production est limitée par la faiblesse des rendements : de l'ordre de 200 à 400 kg/ha/an. Ceci est à mettre en rapport avec les techniques extensives et sommaires. Les façons culturales restent manuelles. Les instruments de travail sont peu nombreux et rudimentaires : machette et daba dont les deux outils principaux qui permettent d'effectuer la majorité des façons culturales. Participent aux travaux les membres de la famille et des manœuvres. L'entretien est limité ; une fois la plantation entrée en production (4 à 5 années après la mise en terre des pieds), le planteur se contente d'un ou deux nettoyages annuels, notamment pour le café, avant la récolte, les traitements anti-capsides concernent seulement 21 % des cacaoyères du département<sup>3</sup>.

La production est aussi variable. Et c'est là que se pose la question du risque. Mais les variations restent modérées sauf exceptions. Ainsi, les productions de café et de cacao de l'ensemble du département varient en général de 10 à 15 % d'une année sur l'autre ; il faut de graves accidents climatiques comme ces dernières années pour que les écarts soient plus brutaux, notamment en ce qui concerne le café (tabl. I). Les écarts de production, plus importants au niveau du planteur, restent toutefois limités :



TABLEAU I

Évolution des productions de café-cacao du département d'Agboville (en milliers de tonnes)

	1974 -75	1975 -76	1976 -77	1977 -78	1978 -79	1979 -80	1980 -81	1981 -82	1982 -83	1983 -84
Cacao	5,6	6,3	4,7	6,0	6,5	5,0	5,6	6,0	4,1	3,5
Café	4,9	5,2	4,8	1,6	2,0	1,9	4,8	3,3	3,4	4,2

Sources : Direction de la Statistique Rurale

ainsi à Gboto où, en années moyennes comme 1974-75 et 1975-76, les variations sont inférieures à 30 % pour plus des  $\frac{3}{4}$  des planteurs (tabl. II).

De nombreux facteurs expliquent ces variations : le climat bien sûr (la sécheresse de ces dernières années ayant contribué à faire chuter la production), mais aussi les disponibilités en main d'œuvre : l'agriculture étant essentiellement manuelle, la maladie du planteur ou d'un de ses proches au moment de la récolte entre octobre et décembre, par exemple, aura de graves conséquences sur la production ; de même, la diminution du nombre de manœuvres, comme cela s'est produit à la fin des années 1970, qui a obligé certains planteurs à laisser pourrir la récolte sur les arbres. La disponibilité en main-d'œuvre influe particulièrement sur la production de café ; d'une part, parce que la récolte exige plus de travail que celle de cacao et qu'un nettoyage préalable de la parcelle est nécessaire pour atteindre les arbustes, mais aussi parce qu'elle survient après la récolte de cacao, en novembre-décembre : elle pâtit de tous les retards accumulés.

Cependant ces risques restent relativement limités.

TABLEAU II

Variations de production de café-cacao d'une campagne à l'autre par planteur à Gboto

Campagnes	1974-75/75-76		1983-84/84-85	
	Café	Cacao	Café	Cacao
0 à 9	6	9	5	6
10 à 29	8	5	3	9
30 à 49	0	1	1	2
50 et plus	2	3	4	1
Planteurs enquêtés	22		18	

Unités : nombre de planteurs - Sources : enquêtes de l'auteur

### 1.2. Des risques limités

D'abord, avec des arbustes, une récolte compromise une année, n'influe pas sur la production de l'année suivante, les plants restant, sauf exception, en place et en état de production. Il faut des sécheresses particulièrement graves

comme celles des années 1982 et 1983, durant lesquelles des plantations ont été brûlées pour que la production soit compromise durant plusieurs années. Par ailleurs, il faut souligner que la destruction totale d'une récolte est rare. Nous n'en avons jamais observée : les rendements sont plus ou moins faibles ; le planteur ne récolte qu'une partie de ses parcelles. Mais il a toujours une récolte. Nous verrons qu'il n'en est pas forcément de même avec toutes les cultures commerciales.

Autre élément à prendre en considération : les coûts de production. Compte tenu des techniques, ils sont extrêmement faibles : de l'ordre de quelques milliers de francs par hectare, en moyenne, pour une campagne (main d'œuvre exclue). Le risque financier est donc réduit.

Pour toute agriculture commerciale, il ne s'agit pas seulement de produire, mais aussi de vendre. Deux risques menacent l'agriculteur : les variations des cours et la mévente. Dans les deux cas, les risques encourus par le producteur de café-cacao sont limités. Jusque dans les années 1950 le paysan était totalement soumis aux lois du marché. Depuis un système contrôlé par un organisme gouvernementale, la CSSPPA<sup>4</sup>, a été mis en place qui assure au planteur l'écoulement à prix garanti de sa récolte. Les prix garantis sont peu élevés<sup>5</sup>, mais ils sont stables pour la campagne et varient faiblement d'une année sur l'autre. Par ailleurs, le planteur a l'assurance d'écouler la totalité de sa production, et n'a pas à se poser de problèmes de mévente ou de gestion de stocks. Le risque est donc limité aux variations de production.

En plus, le système de production mis en place par les planteurs leur permet de faire partager les risques aux manœuvres (ce qui diminue d'autant les leurs, même si ce n'est pas favorable aux manœuvres). En effet, il existe différentes formes de contrat d'embauche, mais la plus répandue est ce qu'on appelle (improprement) le métayage : le manœuvre s'occupe d'une plantation pour l'année (ou six mois selon les cas), et reçoit le tiers (en cas de contrat abou-san) ou la moitié (contrat abou-nyan) de la récolte. Cette forme d'embauche constitue plus de 80 % des dépenses de main d'œuvres à Gboto et Adomonkro, c'est-à-dire l'écrasante majorité. Or elle présente pour le planteur deux avantages : d'une part, elle lui évite d'avancer de l'argent avant la récolte, puisque le manœuvre touche son dû après la vente ; d'autre part, elle fait partager au manœuvre les risques de variation de récolte au prorata de sa part.

Autre manière de partager les risques : la culture commerciale du café-cacao est en réalité une polyculture. D'abord, les planteurs cultivent souvent à la fois café et cacao : c'est vrai à Gboto, cas assez représentatif de la moyenne départementale, où 16 planteurs sur 22 associent sur leur exploitation les deux cultures arbustives. Or, les récoltes de café et de cacao ne varient pas toujours dans le même sens (cf. tableau I), les exigences climatiques n'étant pas absolument semblables. De même, jusqu'en 1976-77, les prix garantis au producteur n'étaient pas identiques.

En outre, les planteurs ont l'habitude d'associer cultures vivrières et jeunes plantations. Immédiatement après le défrichement d'une parcelle, le cultivateur fait du vivrier : en général, banane plantain, igname, légumes, piments etc., associés. Ensuite, il plante les jeunes pousses de café ou de cacao qui grandiront à l'ombre des vivriers, notamment des bananiers. Cette pratique assure d'abord au planteur une sécurité alimentaire : le risque concerne uniquement les revenus car les superficies cultivées en vivrier ont toujours été ces dernières années suffisantes. En cas de bonne récolte il peut même commercialiser ses surplus vivriers. Cette polyculture est un des éléments de limitation des risques.

### 1.3. Avantages et inconvénients de l'intensification

Il serait possible d'augmenter notablement les rendements et les revenus en intensifiant les techniques. C'est ce que montre l'exemple d'une exploitation européenne de cacao proche d'Agboville. Le planteur grâce à l'utilisation de plants sélectionnés, de façons culturales rigoureuses, d'engrais, de traitements phyto-sanitaires, atteint des rendements dépassant 1 tonne de cacao par ha. Mais cette intensification a deux inconvénients. D'abord, elle diminue d'environ 20 à 30 % la productivité de la journée de travail<sup>o</sup>. En outre, elle augmente de façon considérable les risques encourus par le planteur, car il doit engager des sommes importantes, avant sa récolte. Ceci est moins gênant pour l'exploitant européen que pour le petit planteur africain, car le premier, à la différence du second, a des capitaux et maîtrise assez bien les techniques modernes qui permettent de diminuer les variations de production (notamment par un suivi très précis des façons culturales). Enfin, l'exploitant européen voit son espace foncier limité : la seule manière d'augmenter son revenu est d'intensifier. Ce n'est pas du tout le cas du planteur autochtone qui dispose encore d'espace à défricher et qui fonde la croissance de ses revenus sur une extension de ses superficies cultivées.

Au fond, le système extensif employé par les planteurs villageois n'autorise que des revenus à l'hectare relativement faibles compte tenu des rendements peu élevés et des prix plutôt bas payés au producteur : autour de 100 000 F CFA/ha productif en 1982-83. Mais il s'agit d'un système où le paysan est assuré, bon an mal an, d'un revenu variant peu. Les gains peuvent même être élevés si le planteur dispose de suffisamment de terre et d'une main d'œuvre suffisamment abondante pour les mettre en valeur. Ainsi, à Gboto, les  $\frac{2}{3}$  des planteurs touchent plus de 500 000 CFA par an dont 2 à 4 selon les années plus de 1 million de F CFA. Mais ce système suppose l'existence de forêts à défricher pour assurer le renouvellement des parcelles de vivrier, et l'extension des plantations, c'est-à-dire d'un espace foncier non saturé. C'est le cas à Gboto où les forêts sont encore abondantes et où, au rythme des défrichements actuels, la saturation totale n'interviendra pas avant une quinzaine d'années. En revanche, à Adomonkro, village situé dans un secteur beaucoup plus peuplé, dans le centre du département, le système touche à sa fin : la plupart des planteurs ne dispose plus de forêts à défricher. Replanter sur d'ancienne caféières ou cacaoyères est délicat car les sols sont appauvris par 30 ou 40 années de cultures arbustives : il faut alors souvent enrichir le sol (apport d'engrais...), c'est-à-dire intensifier. Une autre solution consiste à changer de système de culture comme dans les régions où a été développée la banane.

## 2. LA BANANE : UNE CULTURE À RISQUES

### 2.1. L'essor de la culture de la banane

La culture de la banane poyo est pratiquée dans le département à l'ouest et autour d'Agboville, ainsi que dans la région d'Azaguié, au sud. Elle est apparue avant la seconde guerre mondiale, mais a été développée surtout dans les années 1950 et 1960 par de grands planteurs européens. À partir de l'Indépendance, l'état a favorisé la création de bananeraies par les petits planteurs africains.

La culture de la banane présente plusieurs avantages qui expliquent son essor. Principalement, c'est une culture qui fournit des revenus par hectare 6 à 10 fois supérieurs à ceux du café-cacao. C'est en partie pourquoi, cette culture a été développée dans les zones saturées du département, particulièrement par les allochtones, c'est-à-dire les cultivateurs qui ont l'accès le plus difficile à la terre. Il s'agit toutefois d'une spéculation risquée parce qu'elle exige des investissements importants, et parce que la récolte, si la culture n'est pas extrêmement bien conduite, est très aléatoire.

## **2.2. Les risques de la culture bananière**

La culture de la banane dans le département d'Agboville exige l'utilisation d'engrais et d'amendements, pour compenser les carences des sols développés sur schistes (notamment en humus) et permettre la culture continue. Divers traitements (entre autre, némacides) sont indispensables. L'ensemble des produits, l'équipement en matériel, coûtent cher : plus de 170 000 F CFA/ha en moyenne en 1982 rien que pour les engrais et amendements. À cela s'ajoute un système de rémunération de la main d'œuvre différent de celui utilisé dans la culture du café-cacao. Les planteurs européens paient leurs manœuvres tous les mois (en général, sur une base journalière, en fonction du nombre de journées de travail effectuées). Les planteurs africains pour recruter et conserver des manœuvres ont dû s'aligner sur cette pratique qui les oblige à payer les manœuvres avant la récolte. Par ailleurs, les frais salariaux sont importants : d'une part, les salaires sont relativement élevés à cause de la concurrence des employeurs européens (12 000 F CFA par mois environ pour un manœuvre nourri et logé), d'autre part la banane demande un grand nombre de journées de travail par hectare<sup>7</sup>. Globalement donc, les frais engagés sont élevés : dépassant 400 000 F CFA/ha sur certaines plantations en 1982-83.

Les quantités vendues par les petits planteurs connaissant de grands écarts d'une année à l'autre : entre 1980 et 1981, sur 15 planteurs connus, 2 seulement ont subi des variations inférieures à 10 %, contre 7 des variations supérieures à 50 %. La culture de la banane est une culture exigeante, dont la production dépend autant du climat que des soins apportés à sa conduite. Elle nécessite toute une série d'opérations délicates comme l'œilletonnage par exemple qui consiste à tailler la plante pour ne lui laisser qu'une ramification, celle où le bourgeon est le plus vigoureux. Cette opération qui influe non seulement sur la quantité mais aussi sur la qualité de la récolte est souvent négligée par le petit planteur dont les connaissances techniques ne lui permettent pas toujours d'assurer convenablement ce genre d'opération. Par ailleurs, le calendrier cultural est relativement rigoureux. Le moindre retard d'une opération peut avoir de grandes conséquences sur la récolte. Or, la banane occupe le planteur pratiquement toute l'année. Pour des questions financières, celui-ci réduit souvent au minimum la main d'œuvre rémunérée engagée. Il se trouve à le merci du moindre incident qui le retarde (maladie etc.). Ainsi, la récolte s'effectue entre novembre et janvier en principe, ce qui correspond aux mois écologiquement les plus favorables et à des mois de cours pas trop bas (car la banane vendue en hiver en Europe ne souffre pas de la concurrence des fruits tempérés). À partir de janvier la qualité de la récolte baisse à cause de la sécheresse. Souvent elle ne peut alors être exportée. Mais pour obtenir cette récolte avant janvier, il faut planter en mars : les retards sont fréquents, entraînant une chute de rendement et de qualité de la production. En même temps, le planteur doit être très attentif à l'évolution de sa plantation. Les

fruits doivent être cueillis « à point » une récolte tardive faisant baisser la qualité du produit.

À cela s'ajoutent les aléas climatiques. Non seulement la récolte peut souffrir d'une sécheresse accusée, mais dans une année où le volume des pluies est suffisant, la récolte peut être compromise par une saison des pluies trop courte, par exemple, par une grande saison sèche qui commence dès novembre, c'est-à-dire en début de récolte.

Le planteur subit ainsi deux risques : d'abord celui de voir sa récolte baisser en quantité, mais aussi du fait d'un manque de soin ou d'une récolte trop tardive, celui d'obtenir une production de qualité insuffisante, qui entraînera le refus de ses fruits à l'exportation<sup>8</sup>. Il devra alors les vendre à bas prix sur le marché national, à moins que la récolte ne soit perdue. Ces refus sont importants chez les petits planteurs : souvent plus de 20 % et jusqu'à 60 % de la récolte.

Par ailleurs, les prix varient dans un rapport proche de 1 à 2 selon les mois de l'année. Les périodes de plus hauts prix sont en général octobre-novembre et mars-avril. Pour produire durant ces périodes, il faut irriguer, ce que ne peuvent faire, sauf exception, les petits planteurs. De toutes façons, la courbe des prix n'est pas constante d'une année sur l'autre : ainsi, à titre d'exemple, le mois où les cours furent les plus bas fut juin en 1981 et août en 1982 ; les prix maxima furent enregistrés en avril en 1981 et novembre en 1982. L'étalement de la production sur 3 mois ne pallie qu'en partie cet inconvénient.

### 2.3. Des risques inégaux

Les risques sont particulièrement élevés dans le secteur d'Agboville, où les totaux pluviométriques sont tout juste suffisants en année moyenne pour la banane. Les sécheresses y ont des effets plus graves que dans la région d'Azaguié. Par ailleurs, les frais de transport, à cause de l'éloignement d'Abidjan, y sont relativement élevés, réduisant les marges bénéficiaires. C'est en partie pourquoi ce secteur a été plus sensible à la conjoncture difficile de ces dernières années que le sud du département.

En effet, les risques ont eu tendance à augmenter depuis le début des années 1970. D'une part à cause de la sécheresse qui rend plus aléatoire qu'autrefois les récoltes. D'autre part, à cause de l'augmentation du prix des produits importés depuis la crise pétrolière de 1973, ce qui a pour effet de limiter les profits escomptés et d'augmenter le montant des pertes possibles : ainsi les coûts des engrais ont été multipliés par 3 en 10 ans (le prix de la tonne d'urée par exemple est passé de 33 000 F CFA en 1973 à 102 000 F CFA en 1982 et 104 000 F CFA en 1984), alors que le prix de la banane était multiplié par moins de 2,5 (26,75 F CFA par kg en moyenne en 1973 et 62,42 F CFA en 1982).

Les grands planteurs arrivent à diminuer les risques. D'abord ils exercent une surveillance très étroite de leur plantation et maîtrisent mieux les techniques que les petits planteurs. Ensuite, ils pallient à l'aide de machines ou de produits les insuffisances de main d'œuvre : par exemple, beaucoup ont répondu aux difficultés de recrutement des manœuvres à la fin des années 1970 en augmentant l'utilisation des herbicides à la place du désherbage manuel. Surtout, ils exercent un contrôle minutieux de l'eau : toutes les grandes plantations ont un réseau de drains qui évite les excès d'humidité dans les parcelles ; beaucoup possèdent également un barrage et un système d'irrigation qui permet de pallier les sécheresses et d'étaler la production sur toute l'année.

Tous les risques ne sont cependant pas supprimés. Les sécheresses graves, comme ce fut le cas en 1973 et en 1982-83 ont entraîné l'assèchement de certaines retenues dans la région d'Agboville (une plantation dans le secteur d'Agboville a reçu en 1981 et 1982 moins de 900 mm de pluie par an). Le second risque vient des tornades, d'une extrême violence, qui peuvent se produire en février. Les bananeraies en générales n'y résistent pas. Accident rare, elles ont alors des effets graves : à la suite de tornades en 1982 un planteur européen a subi pour plusieurs millions de F CFA de dégâts et ne s'en est pas encore relevé. Dans ce cas, les risques étaient importants car les sommes investies étaient considérables. Le planteur était d'ailleurs assuré (moyen d'atténuer les risques). Mais les assurances ne couvrent pas la totalité des dommages subis.

Finalement, les exploitations ne se situent pas de la même façon face au risque financier. Les gros exploitants investissent les plus fortes sommes d'argent. Mais les risques de pertes sont limités : sécheresse exceptionnelle, tornade. À l'opposé, les petits exploitants cherchent à réduire les risques en limitant l'investissement : ils n'emploient pas d'herbicides, n'utilisent pas de némacides toutes les années etc. Les productions s'en ressentent : les rendements sur les petites exploitations sont en générale inférieurs à 10 T/ha, alors qu'ils dépassent 20 T/ha sur les grandes. C'est dans les exploitations villageoises de moyenne importance, cultivant entre 10 et 30 ha de banane, que les risques sont les plus élevés. D'un côté, les planteurs investissent beaucoup d'argent en employant une main d'œuvre abondante et en utilisant des quantités d'engrais et de produits phyto-sanitaires importants (5,2 millions de F CFA par exemple, pour une exploitation de 15 ha, en 1982). Mais d'un autre côté, ils n'ont pas les atouts des très gros planteurs, notamment européens : leurs plantations sont rarement irriguées, leurs connaissances techniques ne sont pas suffisantes etc. Ce sont d'ailleurs souvent ces exploitations qui ont connu le plus de difficultés ces dernières années.

Face à ces risques élevés, la SODEFEL, relayée à partir de 1982 par la COFRUITEL, a essayé d'encadrer sur le plan technique les petites paysans. L'amélioration technique permet d'augmenter la production mais également de diminuer les risques (notamment par le développement de l'irrigation). Toutefois les résultats demeurent limités<sup>9</sup>. Aussi, face à la baisse relative de rémunération de la banane et à l'augmentation des risques ces dernières années, beaucoup de petits et moyens planteurs abandonnent cette spéculation au profit d'autres : certains agriculteurs reviennent au café-cacao lorsqu'ils le peuvent, beaucoup développent des productions pour le marché abidjanais : fleurs, vivrier. Ainsi, un grand nombre d'exploitations passe de la monoculture bananière à une polyculture associant différentes cultures commerciales (tabl. III).

TABLEAU III

Évolution de la place de la banane dans les exploitations à Azaguié-Gare et Azaguié-Mbromé

	Nombre d'expl. enquêtées	Banane monoculture	Banane seule culture commerciale	Banane + autres cult. commerciales	Pas de banane
1974	23	6	4	6	7
1983	23	3	1	8	11

### 3. LES RISQUES DU VIVRIER POUR LA VENTE : L'EXEMPLE DES CULTURES MARAÎCHÈRES.

Sous la pression de la demande urbaine des cultures vivrières pour la vente se développent dans le département : riz, manioc, cultures maraîchères, banane plantain etc. Chacune à ses particularités. L'exemple des cultures maraîchères permet cependant de cerner différents aspects quant aux risques que font prendre ces cultures.

Les cultures maraîchères se sont développées sous deux formes dans le département : d'une part des cultures encadrées par la SODEFEL sur un périmètre situé à Rubino ; d'autre part, des cultures développées «spontanément» à l'initiative des paysans, notamment près d'Agboville et d'Azaguié.

#### 3.1. Les cultures maraîchères sur périmètre à Rubino

Le périmètre maraîcher de Rubino a démarré en 1970. L'agriculture y est intensive, irriguée, avec utilisation de fertilisants et de produits de traitement car les cultures sont fragiles. On cultive surtout de la tomate, mais aussi du ndrowa (sorte d'aubergine locale) et des gombos.

Les revenus par unité de surface sont élevés, dépassant 100 000 F CFA pour 10 ares en bonne année. Mais les frais annuels de fonctionnement sont importants (plus de 150 000 F CFA en moyenne pour un exploitant disposant de 30 à 40 ares en 1980-81).

Au début des années 1970, les attaques de parasites constituaient un danger non négligeable : celui-ci a été largement éliminé par l'emploi de traitements appropriés. L'utilisation de l'irrigation grâce à un barrage construit au début des années 1970 a permis d'une part de stabiliser les récoltes de saison des pluies et d'autre part d'assurer une récolte de contre saison. L'existence du barrage ne supprime cependant pas tous les risques liés à la sécheresse puisque en 1982 aucune culture ni en saison des pluies, ni en saison sèche, n'a pu être effectuée, le barrage étant à sec.

Mais le principal risque est d'ordre économique. Les maraîchers suivent un plan de production précis. Or, de l'un à l'autre ce sont moins les quantités récoltées par ha qui changent que le prix de vente qui varie fortement d'un mois sur l'autre et même d'une semaine à l'autre. Les prix pour les ndrowa et les tomates peuvent varier dans le rapport de 1 à 4 en l'espace d'un mois ! Les frais étant élevés, il arrive que le revenu tiré des ventes soit inférieur aux coûts de production. Dans ce cas, pour ne pas trop décourager les cultivateurs, c'est la coopérative des maraîchers qui prend en charge les pertes. Par ailleurs, le périmètre a été divisé en deux soles, chaque cultivateur ayant une parcelle sur chaque sole ; les cultures et les calendriers culturels sont différents selon les soles. Ces pratiques permettent de réduire les risques. Il n'en reste pas moins que les variations sont difficiles à cerner et que tous les ans des comptes de cultivateurs sont déficitaires : 1 en 1979-80, mais 39 (sur 147 maraîchers) en 1980-81...

C'est peut-être pourquoi, le maraîchage est rarement l'activité principale des cultivateurs du périmètre. Il s'agit, le plus souvent, d'une source de revenus d'appoint qui permet parfois de gagner des sommes élevées (lorsque l'agriculteur vend en période de hauts cours) mais qui est trop risquée pour en faire la source principale de revenu : en général, les maraîchers sont aussi commer-

çants (notamment les femmes et les étrangers), ou planteurs de café-cacao (particulièrement les autochtones).

### **3.2. Les maraîchers non encadrés d'Azaguié**

La situation est-elle différente dans le cas des producteurs non encadrés ? L'exemple des maraîchers d'Azaguié-Mbromé est à ce titre intéressant. Ceux-ci ont développé les cultures maraîchères pour trois raisons : Abidjan, gros marché, est proche ; les possibilités d'extensions des plantations arbustives sont à peu près nulles ; ces cultures occupent des bas-fonds qui n'étaient pas utilisés ou consacrés à la banane poyo dont on a vu les difficultés.

Par rapport à la banane, la conduite des cultures maraîchères est plus facile et les techniques sont mieux connues, particulièrement des femmes qui les cultivent de façon traditionnelle depuis longtemps ; les risques liés à des insuffisances de soins sont plus limitées, entre autre, parce qu'il n'y a pas de contrôle de qualité comme dans le cas de la banane. Par ailleurs, les investissements sont peu élevés, car à la différence des techniques sur périmètre, les maraîchers réduisent les frais au minimum : en général, ils emploient peu d'engrais et de produits de traitement. Les coûts limités aux semences, aux outils (quelques daba pour l'essentiel) et éventuellement au défrichage de la parcelle par des manœuvres restent inférieurs à 100 000 F CFA/ha. Globalement donc, les risques de départ sont moindres que ceux de la banane et des cultures maraîchères sur périmètre. En revanche les rendements sont plus faibles qu'à Rubino (moins de 5 tonnes/ha contre 9-10 tonnes/ha sur le périmètre) et plus irréguliers. Ils sont cependant suffisamment élevés pour rendre la culture intéressante.

Restent deux facteurs de risques importants : d'une part, les variations de cours, comme à Rubino ; d'autre part, la non assurance de l'écoulement de la récolte. En général, ce sont des commerçants et commerçantes d'Abidjan qui viennent acheter les produits. Mais en période de grosse production ou de cours bas, ils ne viennent pas. Parfois, ils attendent pour faire baisser les prix d'achat. Les cultivateurs d'Azaguié résolvent en partie ce problème en se groupant et en louant des camions pour aller vendre directement au marché du Plateau à Abidjan. Ceci est possible parce que le village a des liaisons faciles avec la capitale, située à moins de 50 km par une bonne route goudronnée.

### **3.3. Risques d'ensemble des vivriers pour la vente**

Variations des cours et mévente sont les deux gros risques économiques qui différencient culture du café-cacao et cultures vivrières : le handicap des cultures maraîchères se retrouve (un peu atténué il est vrai) avec la culture du manioc important également à Azaguié : certaines années, les producteurs n'ont pas réussi à vendre la totalité de leur récolte ; en 1983, en revanche, la demande a été très forte : la tonne de manioc était vendue 45 000 F CFA ; avec le retour à des conditions climatiques plus habituelles, les prix étaient tombés de moitié fin 1984.

Là encore, les producteurs n'abandonnent pas ces cultures car elles rapportent beaucoup à l'hectare, et leur espace est saturé. On constate cependant une certaine instabilité des systèmes de production : les superficies en manioc ont fortement augmenté au moment des hausses pour redescendre ensuite. L'augmentation des prix est signe de pénurie (le risque de mévente est alors éliminé) ; en même temps elle accroît la marge de sécurité financière de l'exploitation, l'agriculteur étant assuré de revenus par tonne plus élevés. Les



risques à ce moment là sont donc atténués. Les agriculteurs d'Azaguié sont également favorisés par la proximité d'Abidjan qui permet de réduire les dangers de mévente, en court-circuitant occasionnellement les commerçants.

Mais ces productions trouvent leurs limites : aucune n'est l'objet d'une monoculture, et rares sont les agriculteurs qui tirent l'essentiel de leurs revenus des cultures maraîchères voire vivrières : tous associent différentes spéculations : café-cacao quand ils le peuvent, banane, manioc et cultures maraîchères.

## CONCLUSION

Toutes les cultures commerciales ne présentent pas les mêmes risques. Surtout, l'importance du risque encouru n'est pas la même. Les cultures arbustives apparaissent comme les spéculations les moins risquées : les frais engagés sont réduits, les variations de production restent limitées, l'écoulement de la récolte est assuré. En contre partie, les revenus par hectare sont peu élevés. Le revenu global de l'exploitation dépend des superficies cultivées. Il reste limité chez les petits planteurs. En revanche, les planteurs qui possèdent de vastes superficies peuvent encaisser des sommes élevées ; pratiquant des cultures faciles, peu risquées et leur rapportant, ils gagnent sur tous les plans.

Mais la réussite de ces agriculteurs dépend de leur capacité à cultiver des superficies étendues et de l'existence de forêts à défricher pour assurer la pérennité du système. La saturation foncière les oblige à adopter d'autres cultures qui rapportent plus à l'hectare.

Ces cultures, plus exigeantes en soins et en investissements, sont également plus risquées. L'intensification entraîne donc une augmentation des risques. Les cultures les plus risquées sont celles qui demandent les investissements les plus élevés : banane, cultures maraîchères sur périmètres, car elles obligent l'agriculteur à s'endetter et peuvent le conduire au déficit. Les cultures vivrières pour la vente faites dans un cadre traditionnel ne se heurtent pas à ce danger : mais le risque vient de l'absence d'assurance d'écoulement de la production, que l'agriculteur ne peut guère prévoir car il ne connaît ni l'état du marché, ni le niveau de la production globale au moment de sa vente.

C'est pourquoi, les petits exploitants qui ne maîtrisent qu'imparfaitement les techniques culturales et la commercialisation cherchent souvent à réduire les risques en minimisant les coûts de production : ils utilisent moins d'engrais, et moins de produits que les gros exploitants ou que ne le préconisent les sociétés d'encadrement. Enfin, beaucoup de petits producteurs, quand ils en ont la possibilité, évoluent vers une agriculture bien connue pour répartir et amoindrir le risque : la polyculture. Le fait nouveau ici sans doute, est que cette polyculture n'est pas vivrière comme c'est souvent le cas en Afrique de l'Ouest, mais commerciale.

## BIBLIOGRAPHIE

- CHALEARD (J. L.), 1979. — Structures agraires et économie de plantation en pays abé-département d'Agboville — Côte d'Ivoire —, Paris X-Nanterre, Université, 529 p. (thèse de 3<sup>e</sup> cycle) et Archives et Documents, 1981, Micro-édition, Institut d'Ethnologie ed. Paris.
- CHALEARD (J. L.), 1981-82. — Occupation du sol et immigration en pays abé (département d'Agboville-Côte d'Ivoire), *Cah. ORSTOM, sér. Sci.Hum.*, vol. XVIII, n° 3 : 271-293.
- CHAUVEAU (J. P.), RICHARD (J.), 1983. — Bodiba en Côte d'Ivoire : du terroir à l'État : petite production paysanne et salariat agricole dans un village Gban, *Atl. des struct. agr. au sud du Sahara* n° 19, ORSTOM, Paris, 119 p.

- GASTELLU (J. M.), 1984. — Une économie du trésor : les grands planteurs du Moronou, tome 4 : le fonctionnement des plantations, ORSTOM Paris, 168 p. *multigr.*
- République de Côte d'Ivoire, Ministère de l'Agriculture, 1967. — Région sud-est : étude socio-économique, vol. 3 et 4 : l'agriculture, SEDES ed Paris, 268 p. et 157 p.
- République de Côte d'Ivoire, Ministère de l'Agriculture, 1975. — Recensement National de l'agriculture, Abidjan, 2 tomes, 254 et 260 p. *multigr.*
- République de Côte d'Ivoire, Ministère de l'Agriculture, 1982. — Les exploitations de banane de Côte d'Ivoire, Abidjan, 47 p., *multigr.*
- République de Côte d'Ivoire, Ministère de l'Agriculture. — Rapports annuels statistiques de la Direction des statistiques rurales et des enquêtes agricoles.
- République de Côte d'Ivoire, SODEFEL. — Rapports annuels du périmètre maraîcher de Rubino.
- RUF (F.), 1984. — Quelle intensification en économie de plantation ivoirienne? I. Histoire, systèmes de production et politique agricole, *Agron. Trop.*, 39 (4) : 367-382.
- SAWADOGO (A.), 1977. — L'agriculture en Côte d'Ivoire, P.U.F. ed Paris, 368 p.

#### NOTES

1. D'après le Recensement National de l'Agriculture (1975).
2. Ce texte a été élaboré à partir d'enquêtes menées sur le terrain de 1974 à 1977 auprès de l'ensemble des exploitants de deux terroirs (Gboto et Adomonkro), et d'exploitations échantillons à Rubino, Azaguié-Gare, et Azaguié-Mbromé. Des mises à jour partielles ont été effectuées au cours de différentes missions entre 1982 et 1985.
3. Sources : Recensement National de l'Agriculture (1975).
4. Caisse de Soutien de Stabilisation des Prix des Produits Agricoles.
5. Cet aspect est important, mais dans la mesure où il n'entre pas directement dans l'objet de cet article, nous n'insistons pas dessus.
6. D'après nos enquêtes de terrain en 1976. Cf. J. L. CHALEARD (1979).
7. DE 300 à 400 jours /ha par an d'après nos enquêtes en 1976. Cf. J. L. CHALEARD (1979).
8. La SONACO (Société Nationale de Conditionnement) contrôle la qualité des régimes avant de les mettre en carton. Tout régime aux dimensions non conformes ou présentant des fruits abîmés ou de mauvaise qualité est refusé. Ceci afin d'améliorer la qualité du produit exporté.
9. SODEFEL : Société pour le Développement des Fruits et Légumes, société d'État. COFRUITEL : coopérative de fruits et légumes dissoute en 1986. Une nouvelle COFRUITEL est en train d'être organisée.



# ***Le café et les risques de l'intensification***

## ***Cas de la Côte d'Ivoire et du Togo***

François RUF\* et Thierry RUF\*\*

Les zones tropicales humides à deux saisons des pluies connaissent des aléas climatiques liés à l'irrégularité des précipitations et spécifiquement à la durée et à l'intensité de la petite saison sèche. En dépit du plafond de nuages qui limite l'ensoleillement et, par voie de conséquence, l'évapotranspiration, l'arrêt des pluies peut entraîner des déficits hydriques graves sur les cultures. Face à ce risque, les paysans adoptent deux types de stratégies pour les cultures vivrières : ou bien ils cultivent une plante (ou une association de plantes) à cycle cultural très court, calé sur la première saison des pluies — c'est le cas du maïs ou de certaines variétés de riz pluvial (GIGOU 1973) — ou bien ils choisissent des cultures à cycle long, conduites en cycle unique, comme la majorité des tubercules, igname, manioc... etc, et éventuellement des variétés de riz à cycle long, capables de franchir et de résister à la petite saison sèche. Mais, dans bien des régions à deux saisons des pluies, la relative stabilité des rendements des plantes à tubercules, en comparaison de l'irrégularité des rendements en riz pluvial, explique la prédominance de l'igname, du manioc, voire du taro.

À partir d'un certain seuil de pluviométrie annuelle, environ 1300 millimètres, correspondant souvent au développement des forêts tropicales, il devient également possible de pratiquer des cultures arbustives, telle que la caféiculture. Une caféière adulte constitue en soi un facteur de stabilité et diminution des risques climatiques : en effet, la plante survit à la sécheresse d'une année et compense même le mauvais rendement par une meilleure production l'année suivante, à moins d'une exceptionnelle série d'années sèches...

Ainsi, par rapport aux zones de savanes et aux zones sahéliennes, les zones forestières tropicales humides offrent une relative sécurité de la production agricole, du fait de leurs plantes pérennes : bonne productivité du travail en terme monétaire, sécurité alimentaire acquise par les productions vivrières parfois en association directe avec la caféière, ou grâce à la trésorerie issue des revenus des plantations, lesquels permettent l'achat d'aliments. Depuis plusieurs décennies, la bonne productivité du travail et le faible risque de

---

\* Agro-économiste DSA-CIRAD, BP 5035, 34032 Montpellier cedex.

\*\* Agro-économiste ORSTOM, Mission ORSTOM, Apartado Postal 6996 CCI, Quito, Equateur.

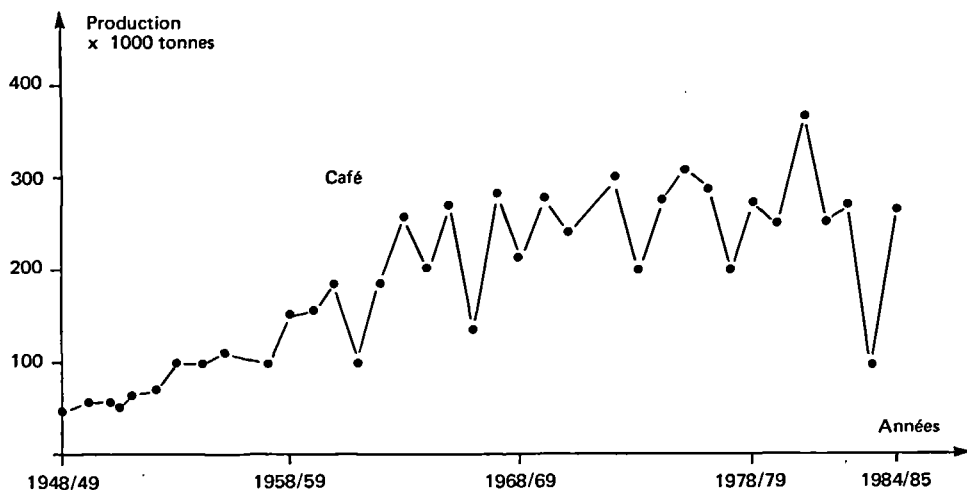
disette attirent les migrants des zones de savanes. Mais en corollaire du développement de l'économie de plantation, sont apparues d'autres incertitudes que les aléas climatiques : il s'agit des risques liés aux moyens de production engagés par les agriculteurs, placés parfois dans des conditions brutalement difficiles. L'incertitude qui règne sur le droit foncier, la possibilité de manquer de force de travail, tant familiale que salariée, la crainte de voir les cours s'effondrer, les incertitudes des politiques agricoles... etc., apparaissent comme autant de risques que les agriculteurs intègrent dans les choix de gestion.

En partant du comportement du caféier et de l'ensemble de la plantation, telle que celle-ci est généralement conduite, soit dans les stations de recherche, soit chez les planteurs de la Côte d'Ivoire ou du Togo, nous tenterons d'élaborer un modèle simple susceptible de représenter la relation travail-rendement puis de le confronter aux prises de décisions des agriculteurs face aux incertitudes qu'ils vivent.

## 1. LA RELATION ENTRETIEN-RENDEMENT, COMPORTEMENT DE LA CAFÉIÈRE

La « première » caractéristique du caféier se rapporte au stress provoqué par une sécheresse trop marquée en janvier et février. Cette forte sensibilité paraît être sa force et sa faiblesse vis-à-vis de l'« arbre concurrent », le cacaoyer ; faiblesse, dans la mesure où le manque de pluie durant ces deux mois entraîne l'avortement des fleurs, alors que le cacaoyer supporte relativement bien des déficits hydriques sur une courte période car il étale sa floraison sur plusieurs mois ; mais aussi force, car les planteurs peuvent apprécier les pertes de café à la floraison, en déduire une estimation de la récolte future, adapter leurs pratiques culturales et fixer leurs temps de travail en fonction de cette prévision, ce qu'ils peuvent moins faire sur le cacaoyer.

La « seconde » caractéristique, vérifiée au moins en Côte d'Ivoire, se réfère

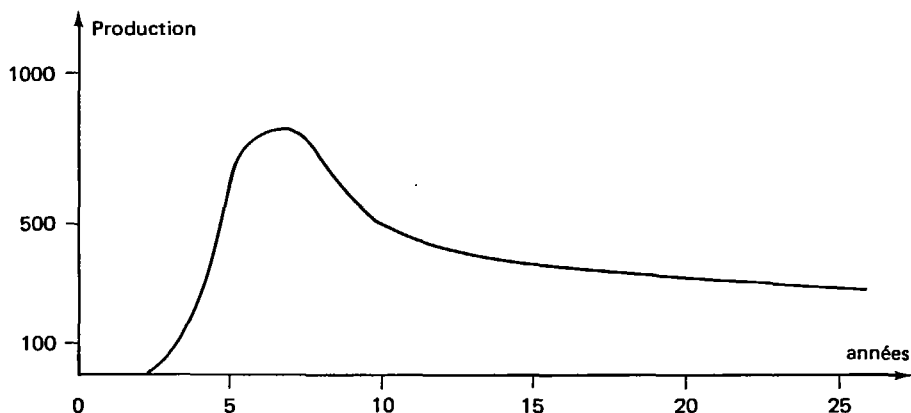


Sources : Ministère de l'Agriculture et des Eaux et Forêts.  
Direction des Etudes et de la planification

FIG. 1. — Évolution de la production de café en Côte d'Ivoire de 1948/1949 à 1984/1985

au cycle biannuel du rendement. Cela transparait dans la courbe de production nationale de café, où l'on perçoit l'alternance des années de repos végétatif relatif, et celles de pleine production (fig. 1).

La « troisième » caractéristique, inhérente à toute culture pérenne, correspond à la baisse tendancielle des rendements avec le vieillissement du verger. En faisant abstraction du cycle bisannuel, et pour un niveau d'entretien donné, une caféière suit une courbe de production du type de la fig. 2. Il convient donc d'interpréter avec prudence des différences de niveaux d'intensification à l'hectare<sup>1</sup>.



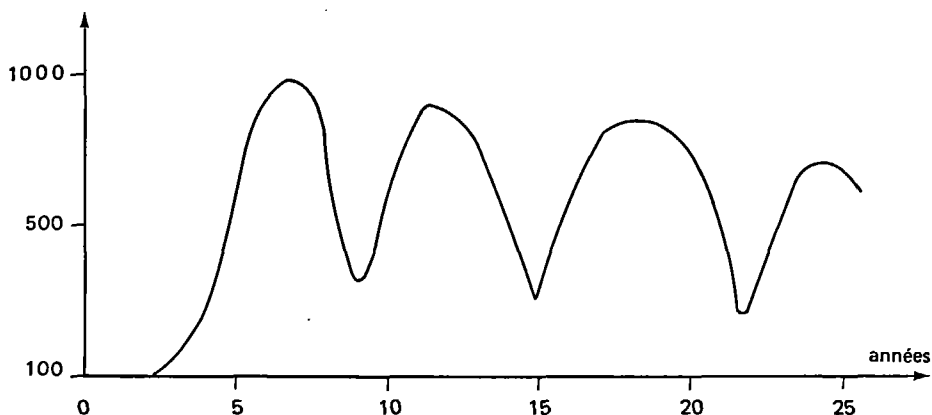
- Sources : courbe moyenne établie à partir des résultats observés en milieu paysan (Centre-Ouest ivoirien).  
(Variations bi-annuelles non représentées).

FIG. 2. — Courbe de production (exprimée en kg de café marchand) d'une caféière conduite en multicaulie sans recépage

La « quatrième » caractéristique dépend de l'option « recépage ». Pour pallier à cette chute tendancielle de production, une solution consiste à recéper, c'est-à-dire à couper les tiges du caféier (conduit sur 5 ou 6 tiges) à l'exception éventuelle d'un tire-sève. Bien qu'il se produise une chute brutale de la production l'année « n » du recépage, cette technique permet, en année « n+1 » de doubler le rendement des années « n-1 » ou « n-2 ».

Selon les agronomes, pour être efficace, cette opération doit s'effectuer dès la septième année puis être répétée tous les 5 ans, ce qui donne une courbe de production du type de la fig. 3.

Actuellement, dans son principe de taille quinquennale, cette technique n'est que très exceptionnellement adoptée par les paysans ivoiriens ou togolais, du moins jusqu'à présent. Car elle ne présente un intérêt économique que si les autres opérations culturales (entretien, égourmandage, engrais) sont menées de la façon la plus intensive. Par ailleurs, en cas de bonne floraison, les paysans prennent le risque de manquer une très bonne récolte. Dans tous les cas, les planteurs qui se lancent dans le recépage prennent un risque financier, risque inhérent à toute baisse brutale de trésorerie. Jusqu'à présent, l'environnement socio-économique ne semble pas assez favorable pour que les planteurs prennent ce pari. La décision d'investir dans un second, troisième ou quatrième sarclage de la caféière se pose dans les mêmes termes. Mais sur ce



Sources : d'après modèle des relevés en station de recherche IRCC Côte d'Ivoire.

FIG. 3. — Allure de courbe d'une caféière conduite en multicaulie avec recépage quinquenal (Production exprimée en kg de café marchand)

thème technique, plus souple et plus progressif dans son application, les stratégies paysannes commencent à se diversifier...

C'est sur cette « cinquième » caractéristique que nous allons fonder l'essentiel de l'analyse : la relation très nette entre le rendement et la quantité de travail consacrée au sarclage. Là encore, on peut opposer la caféière à la cacaoyère, car, dans cette dernière, les arbres forment des couronnes qui font écran solaire et limitent considérablement les recrus herbacés. Telles qu'elles sont conduites actuellement, les caféières sont à densité relativement lâche, et les arbres laissent passer la lumière dans l'interligne, ce qui impose un travail de sarclage important.

En conduite de station, l'IRCC nous donne déjà une certaine référence sur la relation entre le nombre de sarclages et le rendement. Par exemple, au cours de l'essai mené à partir de 1969 à Divo en Côte d'Ivoire, on a comparé un entretien considéré comme « normal », cinq ou six sarclages dans une plantation bien suivie, soumise à la taille, et celui copié sur les pratiques paysannes, deux sarclages dans une plantation non soumise à la taille et à l'égourmandage. Dans les cinq années d'observation des productions de ce dispositif (1972-1976), la production du système extensif s'avère inférieure, en moyenne, de 680 kilogrammes par hectare (Rendement moyen de la parcelle conduite intensivement voisin de 1 700 kilogrammes par hectare, contre 1 020 kilogrammes en conduite extensive). Tout se passe comme si chaque sarclage supplémentaire apportait deux cents kilogrammes de plus. Cependant, chaque sarclage s'accompagne de travaux de taille et d'égourmandage, lesquels contribuent à valoriser l'effet du sarclage suivant.

En conduite paysannale, sur un verger vieillissant, une première évaluation de l'« effet sarclage » a été réalisée dans le cadre de l'étude de factibilité du Projet Centre-Ouest, par l'analyse des relations entre le rendement et la productivité du travail (RUF F., 1980). Pour des plantations âgées de quinze ans, on a obtenu les résultats suivants au cours de la campagne 1979-1980 :

1 entretien : 200 kilogrammes par hectare avec 44 journées de travail de manœuvres, dont 12 de sarclage.

3 entretiens dont 1 après la récolte : 550 kilogrammes par hectare, avec 100 journées de travail de manœuvres, dont 34 de sarclage.

D'après ces résultats, en termes de productivité et de rémunération nette de la journée de travail, l'optimum économique se situerait plutôt à 3 sarclages, sous réserve que l'exploitant dispose de la force de travail nécessaire.

Puis en 1981-82, une enquête en milieu paysan dans le centre-ouest ivoirien (région de Gagnoa) basée sur le relevé des productions par 4 passages dans l'exploitation et la mesure des superficies de plantations, donne les résultats suivants :

- 1 entretien : 180 kg/ha
- 2 entretiens : 341 kg/ha
- 3 entretiens : 503 kg/ha

Il s'agit toujours de chiffres obtenus sur un verger vieillissant.

Enfin, d'autres chiffres plus récents (1984-85) sont avancés par le Projet Centre-Ouest, évoqué ci-dessus :

- 0 entretien : 46 kg/ha
- 1 entretien : 574 kg/ha
- 2 entretiens : 662 kg/ha
- 3 entretiens : 1020 kg/ha

Si l'on retrouve les différences en valeur relative à chaque sarclage, les chiffres semblent doubler en valeur absolue. Plusieurs facteurs semblent l'expliquer. En premier lieu intervient la méthode des relevés (carrés de rendement dans le second cas). Dans le Centre-Ouest, sur le plan du comportement des caféiers en réponse au climat, 1981-82 succédant à une bonne année représente une campagne moyenne à médiocre. A l'opposé, 1984-85, succédant à la chute de rendements de 1983-84, est une année exceptionnelle dans le Centre-Ouest.

L'exposé des caractéristiques du café nous appelle à la prudence quant à l'interprétation des résultats techniques en milieu réel. Tous les autres facteurs ne sont pas égaux par ailleurs, en particulier l'âge des plantations. En effet, ces 2 séries de chiffres présentent un biais induit par l'hétérogénéité du verger et des structures de production. Les exploitations autochtones du centre-ouest ivoirien souffrent d'un manque chronique de main d'œuvre et disposent d'un verger sénescant : 80 % des caféières ont plus de 15 ans. Les exploitations allogènes présentent des caractéristiques opposées : peu de problèmes de main d'œuvre, 80 % des caféières ont moins de 15 ans.

En fait, ce sont surtout les allogènes qui procèdent à un troisième sarclage, d'abord parce qu'ils disposent d'une force de travail plus abondante, ensuite, précisément parce que l'entretien se valorise mieux sur jeune caféière.

À trois sarclages, les plantations ivoiriennes de 20-25 ans, non recépées, ne dépassent guère 350 kg/ha tandis que les caféières de 4 à 10 ans, souvent plantées en clones sélectionnés, produisent aisément 700 à 1000 kg/ha. Ce sont d'ailleurs les chiffres que l'on retrouve au Togo sur un jeune verger, en situation de pluviométrie voisine, voire un peu plus sévère. Quant aux rendements relevés sur des plantations dépourvues de tout sarclage, ils intègrent des parcelles non entretenues depuis quelques années et particulièrement sénescantes. Sur une seule campagne, l'absence de sarclage ferait descendre les rendements à 50 kg/ha sur plantations de 20-25 ans et à 150 kg/ha sur jeune caféière.

En recoupant ces résultats avec l'ensemble de nos données sur les structures d'exploitations et de vergers, nous pouvons proposer 2 séries de chiffres fiables pour une année normale sur le plan climatique.



nombre de sarclages	plantations paysannes	
	4-10 ans	15-25 ans
	(en kg/ha)	
0	150	50
1	300 à 350	200
2	500 à 600	300
3	700 à 1000	350 à 400

On peut s'étonner que nous ne proposons pas de chiffres pour les quatrième et cinquième sarclages. C'est exclu du fait de l'extrême difficulté à trouver des planteurs qui le pratiquent, ce qui ne constitue pas une preuve mais un indice de la non-rentabilité d'un quatrième sarclage, du moins en l'absence d'autres techniques culturales (égourmandage, recépage quinquennial, engrais azoté...).

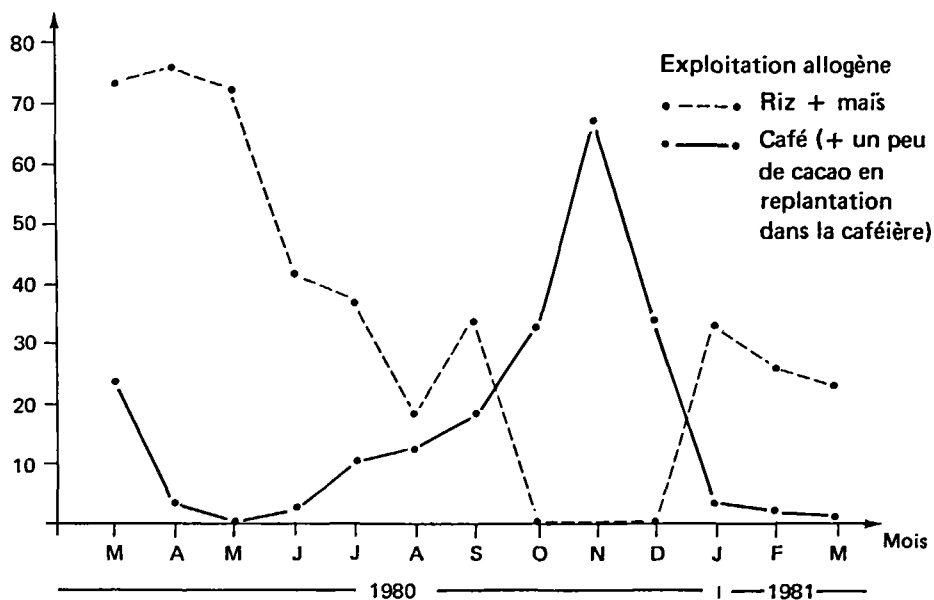
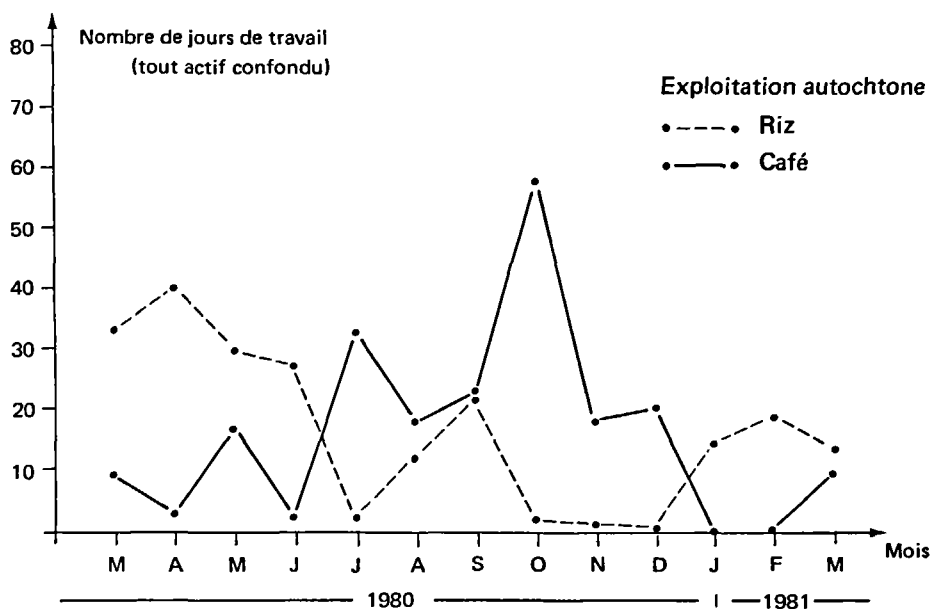
## 2. UNE INTERPRÉTATION, UN MODÈLE

Bien que nous ne disposions que de données partielles, le suivi des temps de travaux nous conduit à proposer une interprétation des décisions paysannes en matière d'entretien des plantations. Partons de la caféière déjà envahie au mois de juin par le recru herbacé, ce qui est après tout le cas général, au Togo comme en Côte d'Ivoire. En supposant que le planteur puisse accéder au moment de la récolte à sa plantation en octobre ou novembre, nous avons vu que la récolte n'est pas nulle. Cependant, le minimum de travail consistera justement à effectuer un sarclage en septembre pour rejoindre les arbres de sa plantation et cueillir les cerises de café. Le deuxième sarclage suivra la récolte, en janvier ou février. S'il y a troisième sarclage (appelé souvent premier sarclage de la campagne), ce sera en juillet-août. Si, très exceptionnellement, les planteurs optent pour d'autres sarclages, ils auront lieu en mars et en juin. Rappelons que ces deux mois s'avèrent les plus chargés en travail sur les cultures vivrières, ce qui peut justifier l'absence de quatrième et de cinquième sarclages. Le troisième peut aussi souffrir de cette concurrence. Ainsi, sur le plan du calendrier agricole, café et cultures vivrières de premier cycle ne sont complémentaires et ne s'équilibrent que dans le cadre d'une conduite extensive du café (fig. 4).

Sans préjuger pour l'instant du « nombre de sarclages » optimum puisqu'il faudrait faire intervenir les dates et la qualité de l'entretien ainsi que les autres facteurs influençant le rendement (âge de la plantation, taille...), nous allons tenter de comprendre comment les planteurs tiennent compte des risques encourus en suivant tel ou tel modèle de plantation, à travers un modèle emprunté à l'économie marginaliste.

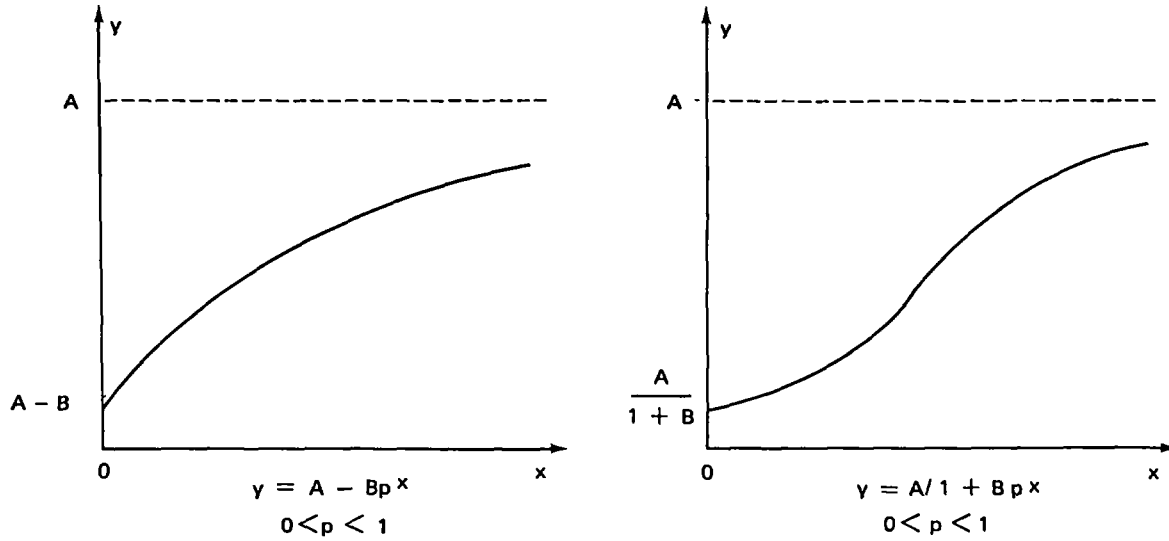
### 2.1. Le modèle général liant la production à un facteur de production

Dans un contexte favorable sur le plan pédologique, climatique, et social (gestion sur une longue période d'une même parcelle), la fonction de production  $y$ , dont la variable  $x$  est facteur de production, se présente classiquement comme une régression curvilinéaire, dont la formule est difficile à établir, soit asymptotique, soit logistique (fig. 5). Souvent, en agriculture, la fonction de production s'avère encore plus complexe : parabolique pour des valeurs  $x$  faibles, quasi-linéaire pour des valeurs intermédiaires, puis asymptotique pour de grandes valeurs. Dans certains cas, l'asymptote finale ne représente plus la réalité, car l'excès du facteur de production entraîne un effet



Sources : enquêtes F. RUF - 1980,81 (relevés journaliers)

FIG. 4. — Illustration de la complémentarité riz-café dans l'organisation du calendrier agricole et de la logique de la conduite extensive des caféières. (Côte d'Ivoire, Centre-Ouest, sous-préfecture Ourahio)



Sources : SNEDECOR G.W, COCH W. G, 1967 Statistical méthode IOWA State Univ, 593 p. (pp 448-449) (communiqué par G. Francillon , DSA-CIRAD)

FIG. 5. — Fonction asymptotique et fonction logistique

inverse sur la production, qui décroît. Dans le cas des caféières, on peut justement admettre que des sarclages répétés qui laisseraient la terre à nu de façon permanente, risquent de favoriser un processus érosif, et de provoquer une baisse du rendement.

Le facteur  $x$ , représentant l'entretien de la plantation, ne doit pas être compris comme une variable discontinue et simple (le nombre entier de sarclage) mais comme une variable continue (accumulation de temps d'entretien).

Le raisonnement économique marginaliste s'appuie sur l'optimisation de la quantité  $x$ , correspondant au point où la dérivée de la fonction de production est égale à la pente du coût variable du facteur de production (fig. 6). Ainsi, l'optimum « agro-économique » s'avère toujours inférieur à l'optimum « agronomique ». Autrement dit, l'intensification maximale (valeur de  $x$  pour maximiser  $y$ ) est rejetée ; ou bien encore, un peu d'extensivité sur le terrain se comprend parfaitement par rapport à la conduite intensive des stations de recherche agronomique. Ce raisonnement agro-économique s'adapte en fonction des situations et des événements, comme nous allons le développer. Mais on saisit d'emblée que le fait de prôner des modèles d'intensification culturale, sans prendre en compte les contraintes (analyse des situations) et les aléas (analyse des événements) subies par les agriculteurs, amène les promoteurs de projet de développement, leurs opérateurs et les paysans eux-mêmes au risque de l'échec.

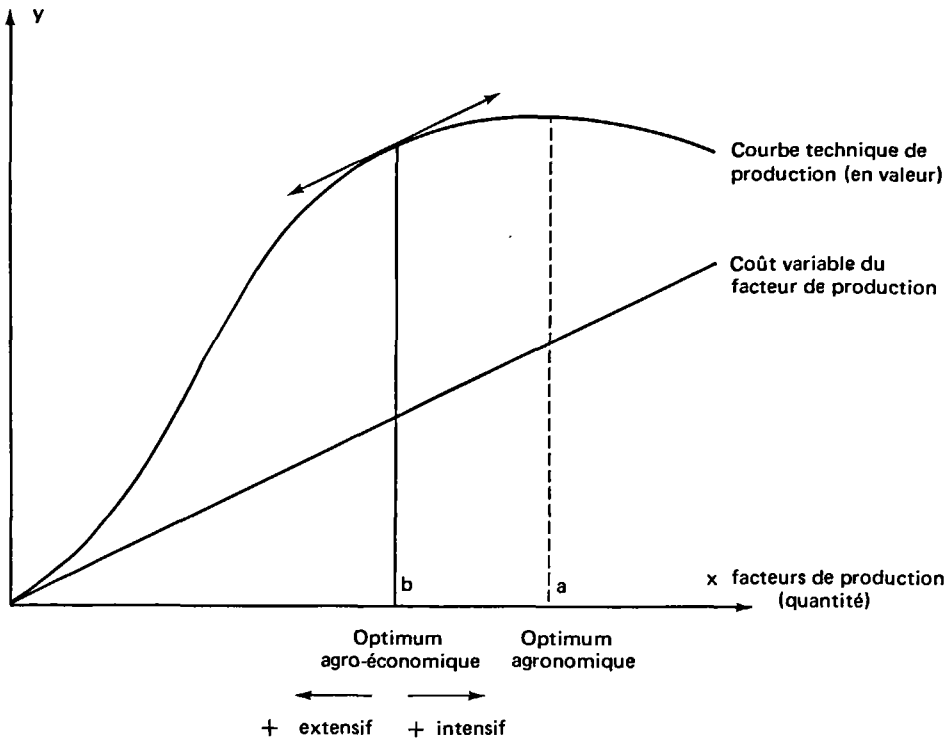


FIG. 6. — Modélisation du choix économique et technique fait par un agriculteur placé dans des conditions favorables sur les plans pédologiques, climatiques et sociaux (propriétaire de ses moyens de production)

## 2.2. Exemples d'adaptations dont le modèle rend compte

Prenons le cas qui vient le plus rapidement à l'esprit, quand on évoque le terme « risque » ; un planteur brutalement confronté à un évènement climatique qu'il perçoit comme un aléa (faute de prévisions), tandis que sa situation sociale et la disposition de ses parcelles restent favorables (fig. 7). On imagine bien l'effondrement de la courbe de production. Le coût du facteur  $x$  étant supposé suivre une croissance linéaire (par exemple du travail salarié payé à la journée ou à la tâche), l'optimum agro-économique se déplace vers l'extensivité (point C). Comme nous l'avons signalé au début de cet article, les planteurs de café ont la chance de prévoir, non pas l'évènement climatique lui-même, une sécheresse en janvier-février, mais les effets probables de cet évènement, et d'adapter en conséquence l'effort de travail consenti aux plantations. C'est l'expérience accumulée au cours des années qui permet cet ajustement.

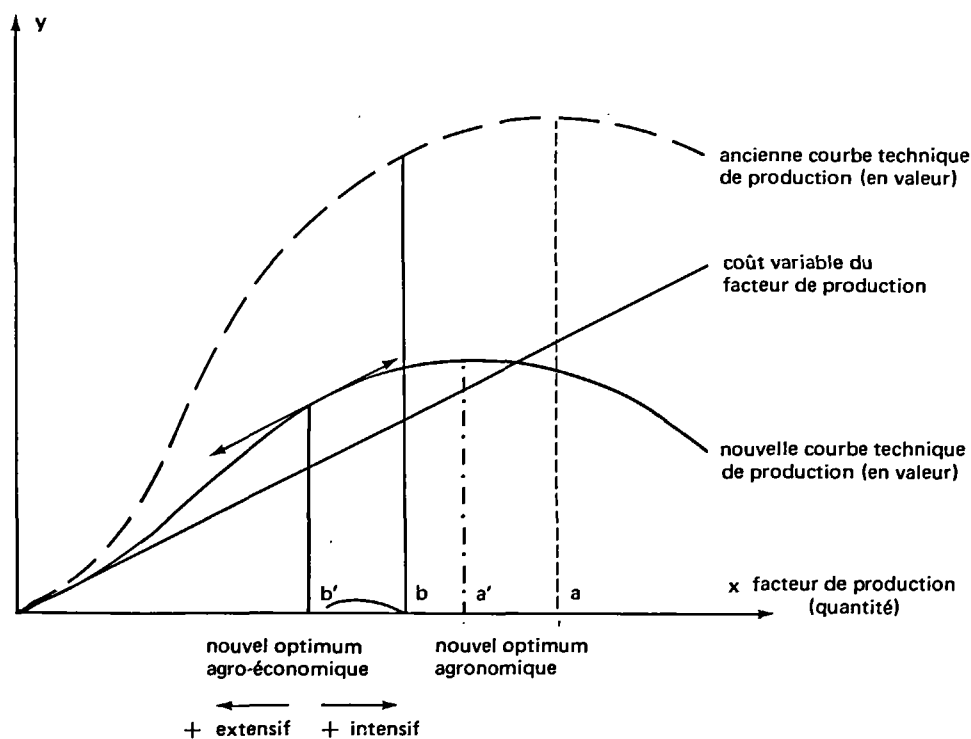


FIG. 7. — Modélisation du choix économique et technique fait par un agriculteur placé dans des conditions défavorables sur le plan climatique mais favorables sur le plan pédologique et social

À l'inverse du cas précédent, examinons une situation sociale « désavantageuse » dans un contexte pédo-climatique favorable : c'est le cas du « métayer abugnon » qui prend en charge le facteur travail, mais ne reçoit que la moitié de la récolte (ou « Abussan » lorsqu'il ne reçoit que le tiers). La courbe de production est affectée d'un multiplicateur 0,5 (fig. 8), ce qui entraîne un

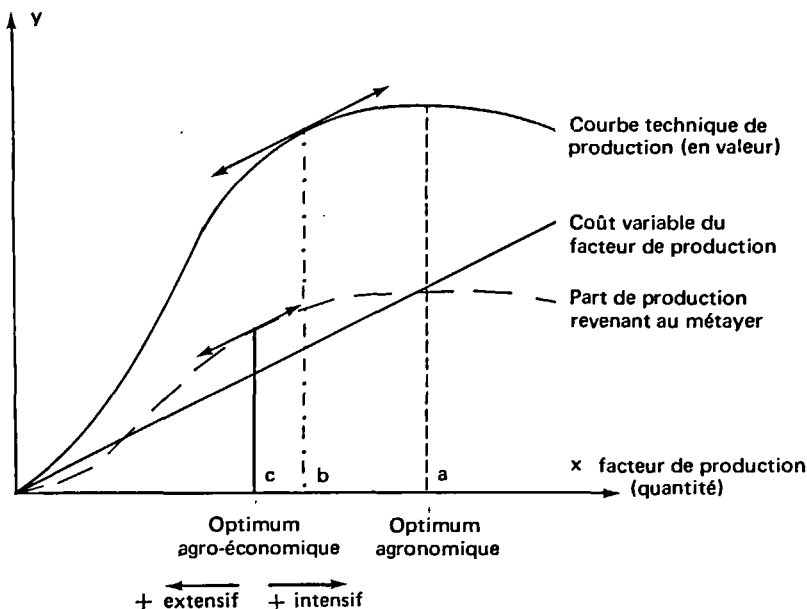


FIG. 8. — Modélisation du choix économique et technique fait par un métayer à demi-part, prenant en charge la totalité du facteur de production, et placé dans des conditions favorables sur les plans pédologiques et climatiques

déplacement de l'optimum économique vers une moindre utilisation du facteur travail. L'intérêt du métayer serait de suivre une conduite plus extensive que celle suivie par un producteur en faire-valoir direct, toutes choses égales par ailleurs.

Cette théorie, fort ancienne (A. MARSHALL 1948) et fort contestée par des économistes comme S. CHEUNG (1969) ou HAYAMI et RUTTAN (1985) est effectivement partiellement contredite par les faits... notamment parce que les choses ne sont pas égales par ailleurs.

Ni en Côte d'Ivoire, ni au Togo, les formules « Abussan » ou « Abussa » de partage de la récolte au tiers ne sont totalement assimilables aux métayages européens ou asiatiques. Par exemple, les travaux de MARSHALL, CHEUNG ou HAYAMI se réfèrent plutôt à des systèmes très intensifs où le facteur terre est depuis longtemps le facteur limitant. Par ailleurs, en Afrique de l'Ouest, certaines formes de « métayage » permettent d'accéder à la propriété foncière, ce qui semble moins le cas en Asie du sud-est. Toute l'ambiguïté de la formule « Abussa » réside dans l'interdépendance historique de l'accès à la terre et l'accès à la main d'œuvre. Certes, sous la dénomination « métayage » se cachent de multiples réalités sociales. Parfois les métayers prennent le pas sur les propriétaires fonciers, parfois le clivage propriétaires/métayers reste incertain, d'autant qu'il existe de nombreux « propriétaires-producteurs-métayers » pouvant recourir eux-mêmes à des manœuvres (Côte d'Ivoire, Togo, Madagascar, Népal, Asie du sud-est...). Mais dans l'ensemble, même si la comparaison des relations sociales dénommées « métayage » reste à faire, bien des principes du métayage semblent comparables d'un continent à l'autre. Nous retiendrons pour l'instant le principe du partage de la récolte entre un employé dépourvu d'un accès direct à la terre et un détenteur d'un certain

droit foncier, que ce droit soit associé ou non à un investissement initial du propriétaire.

D'autres évènements, dont le caractère incertain repose sur l'environnement économique international et sur les politiques agricoles, changent la situation des agriculteurs pour une période plus ou moins longue. Ainsi, les choix de gestion se modifient à la suite des baisses tendancielle des prix à la production, et des hausses du facteur travail (fig. 9). De tels évènements défavorables aux producteurs sont cumulatifs et renforcent la tendance extensive<sup>2</sup>. Réciproquement, une augmentation des prix pourrait conduire à l'intensification, mais là aussi, il faut distinguer les évènements exceptionnels, non cumulatifs, jugés comme des épiphénomènes, et le soutien régulier des cours.

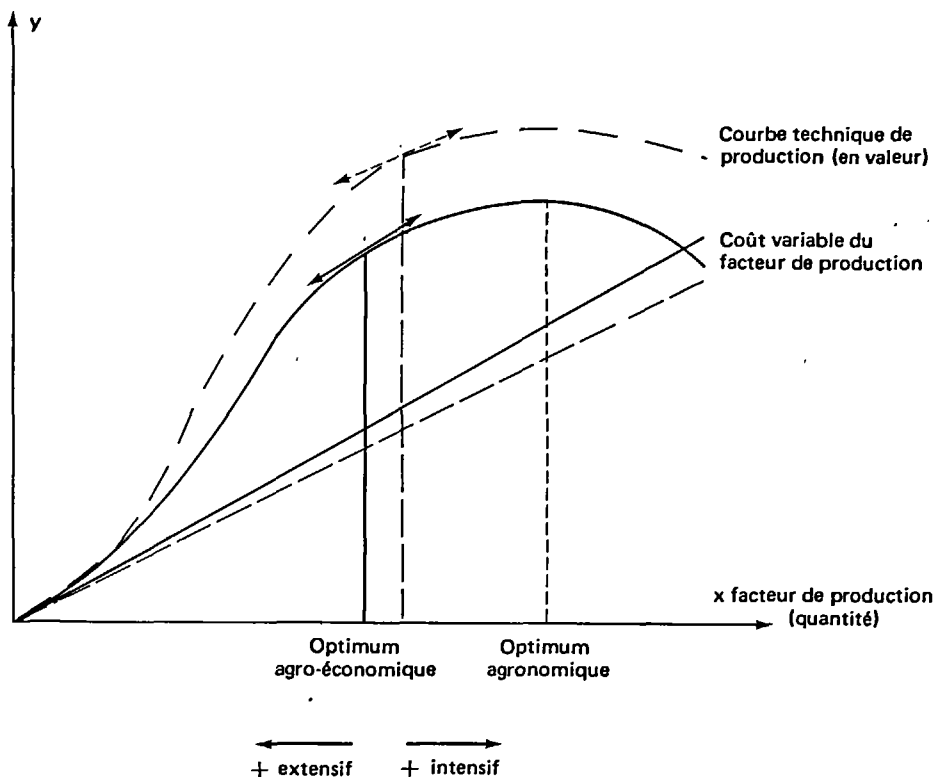


FIG. 9. — Modélisation du choix économique et technique fait par un agriculteur placé dans des conditions favorables sur les plans pédologiques, climatiques et sociaux, mais confronté à une péjoration de l'environnement économique

L'expérience accumulée donne généralement aux agriculteurs une connaissance empirique des seuils justifiant les décisions de renforcer ou de réduire l'emploi des facteurs de production.

En économie de plantation africaine, il est fort probable que les prélèvements importants des caisses de stabilisation ou des « Marketing boards » des années 1960-80 expliquent en partie l'absence d'investissements agricoles et le choix massif des planteurs en faveur de l'extensif.

### 2.3. Les difficultés de validation du modèle

Pour le café, et plus généralement pour les plantations pérennes, la courbe de production n'est pas facile à établir, car l'histoire de la plantation pèse sur sa capacité à produire : conditions de mise en place, poids des incidents climatiques en cours de végétation, environnement économique... etc. Pour autant, le principe général du calcul marginaliste ne paraît pas impropre. Mais la diversité des situations imposerait d'établir plusieurs types de courbes selon l'âge de la plantation, le terrain, la zone, les statuts sociaux des planteurs, la charge que représente le facteur travail... À ce propos, il faut noter que cette charge peut ne pas s'exprimer en seules dépenses monétaires, mais aussi en temps détourné d'autres activités, comme les cultures vivrières, l'artisanat, voire l'écolage des enfants... ou tout simplement en temps nécessaire pour trouver la main d'œuvre et négocier son coût. La mise en équations financières de tous ces facteurs reste incertaine et subjective.

Dans le cas particulier des caféières, nous avons vu que l'un des facteurs de production principaux est le facteur travail d'entretien. Dans la formule de la fonction de production,

$$Y = A / 1 + B p^x$$

A correspond à la valeur maximale de la production, à l'optimum agronomique, tandis que B s'obtient lorsque l'on connaît la valeur de la production en absence de tout entretien. A et B apparaissent comme des caractéristiques agronomiques valables dans une certaine situation pédologique, climatique, sociale... l'année en cours. p correspond à l'efficacité du travail d'entretien sur ce type de parcelle (et dépend du type d'unité du facteur x).

À titre d'exemple, au cours d'une année à pluviométrie satisfaisante, dans une belle plantation de 4 à 10 ans, on estime que le rendement par hectare de 1 000 kilogrammes de café marchand s'obtient avec l'entretien maximum de cinq sarclages. La même plantation, sans entretien, ne donnerait pas plus de 150 kilogrammes. La fonction de production théorique serait :

$$Y = 1\ 000 / 1 + 5,6 p^x$$

Pour une plantation de 20 ans d'âge, l'optimum agronomique ne dépasse guère 500 kg/ha et sans entretien, les rendements chutent à 50 kg/ha, d'où la fonction de production suivante :

$$Y = 500 / 1 + 9 p^x$$

La détermination de p s'avère plus difficile, nécessitant une approche empirique et une série d'observations en continu, dont nous ne disposons pas.

Facteur travail entretien (nombre de sarclage annuels) (x)	Y=1000/1 + 5,6 (0,5) <sup>x</sup> production / hectare
0	150
1	263
2	416
3	888
4	941
5	970



On peut également procéder par approximations successives. Bien que nous aurions préféré exprimer  $x$  comme une variable continue (une accumulation de temps de travail par exemple), nous ne disposons que de résultats de terrain en fonction du nombre annuel de sarclages. Dans ce type d'unité, encore une fois mal adapté, la valeur de  $p$  fixée à 0,5 donne la modélisation exprimée dans le tableau I.

Selon les caractéristiques de la plantation, et l'année en cours,  $p$  peut être plus élevé, signe du manque d'efficacité de l'entretien, ou plus faible, montrant alors une certaine valorisation du travail. Ainsi, pour des valeurs de  $p$  de 0,4 et 0,6, on obtient les résultats du tableau II.

$x$	$Y=1000/1 + 5,6 (0,4)^x$	$Y=1000/1 + 5,6 (0,6)^x$
0	150	150
1	309	229
2	525	332
3	735	453
4	875	580
5	946	696

Dans la mesure où nous disposons de quelques séries de résultats d'enquête, nous pouvons également procéder à l'inverse : ajuster les courbes en fonction des résultats du tableau III.

$x$	Plantation de 20 ans : $Y=500 / 1 + 9 (0,198)^x$	Plantations de 4-10 ans : $Y=1000/1 + 5,7 (0,373)^x$
0	50	150
1	180	320
2	370	558
3	467	772
4	493	901
5	500	960

Bien entendu, de tels modèles présentent de grandes faiblesses par l'extrême simplification des liaisons entre les pratiques des agriculteurs et les résultats attendus. Le risque du « normatif » apparaît bien. Par exemple pour les deux derniers modèles, les optima économiques se situeraient autour d'un seul sarclage annuel pour les plantations de plus de 20 ans et entre 2 et 3 pour des caféières de 4 à 10 ans. Mais il suffit que l'efficacité de l'entretien change (variable selon les années) pour que l'optimum se déplace dans un sens ou dans l'autre... Par ailleurs, l'entretien n'est qu'un élément qui contribue, cas par cas, à l'élaboration du rendement. En multipliant les courbes, on peut également représenter les autres facteurs. À cette condition, l'approche marginaliste peut devenir un bon outil d'analyse des stratégies paysannes. Confrontée aux pratiques des planteurs, cette approche marginaliste permet de visualiser, voire d'expliquer, la réticence des paysans à s'engager dans l'intensification par l'entretien, engagement risqué du point de vue de l'espérance de production et de la valorisation de la journée de travail. Nous

verrons que certains planteurs jouent ce risque comme un pari, mais dans des situations sociales particulières, tandis que d'autres le vivent comme un jeu dangereux.

### 3. CONFRONTATION ENTRE LE MODÈLE ET LES PRATIQUES ACTUELLES

#### 3.1 Exemples au Togo

##### CONTEXTE

Dans la petite zone caféière du Togo, au sud de la chaîne de l'Atakora, une société de développement, la SRCC, a pour fonction depuis 1975 de faire replanter aux paysans les vieilles plantations de café niaouli et de cacao amélonado. Nous n'aborderons ici que le seul volet caféier, bien qu'il existe certains liens entre l'échec du volet cacao et l'engouement relatif pour le café (voir les analyses de PONTIE G. & RUF T., 1984, 1985, 1986).

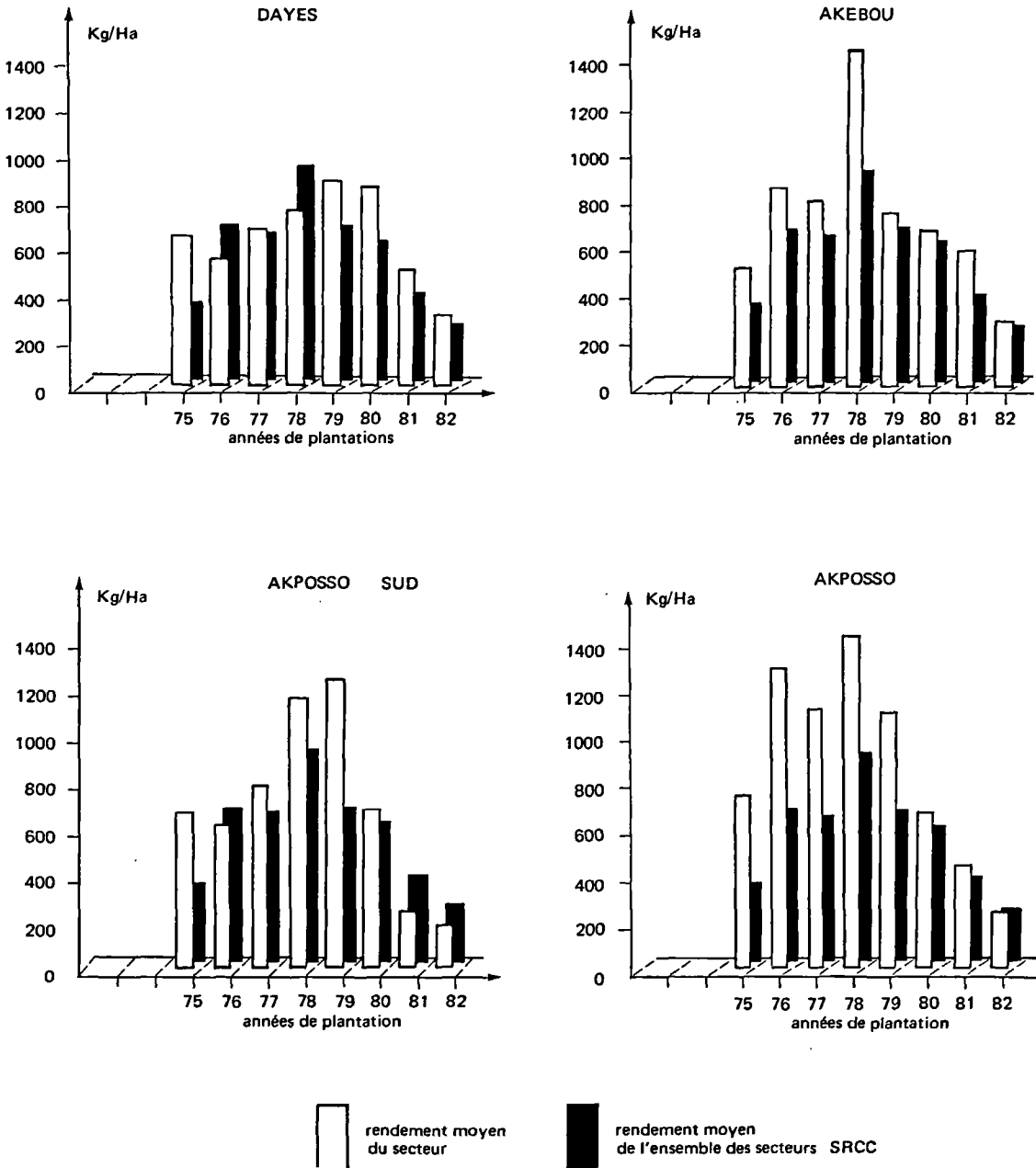
Du point de vue climatique, la région concernée par l'économie de plantation caféière se trouve à la marge de l'écotype du caféier. L'expérience a montré ces dernières années que seuls les secteurs de plateaux les mieux arrosés étaient relativement appropriés à la plantation de caféiers robusta. La SRCC privilégie depuis le début de son intervention un modèle de plantation intensif, c'est-à-dire exigeant en travail et utilisant des intrants (engrais). Pendant une dizaine d'années, elle a cru vouloir imposer par une équipe d'encadrement assez autoritaire un rythme de cinq entretiens annuels. Elle disposait de pouvoirs répressifs à deux niveaux : si elle estimait les travaux d'entretien insuffisant, elle se servait du crédit, et notamment de l'étalement des versements du prêt en argent, menaçant tout planteur (et même tout groupe de planteurs) de bloquer les versements à venir ; à plus long terme, elle écartait les planteurs jugés récalcitrants des futurs programmes de plantation, tout en faisant une rétention sur le matériel végétal.

Or, cette attitude monolithique, liée au fait que certains concepteurs et opérateurs du projet considéraient encore l'optimum agronomique comme le seul valable, a abouti au bilan mitigé de 1985 : les rendements leur apparaissent « décevants » (pour plus d'une plantation sur deux) tandis qu'il est enfin admis que le nombre d'entretiens dépasse rarement trois, pour se limiter à un ou deux dans la plupart des cas.

##### LES RENDEMENTS DE LA CAMPAGNE 1984-1985 SUR LES PLATEAUX

Après une année très mauvaise sur le plan climatique, la pluviométrie redevenait abondante et bien répartie. Selon l'âge des plantations, la SRCC a établi par secteur les rendements moyens (fig. 10). Les plantations de cinq ou six ans (celles plantées en 1979-1980) obtiennent les rendements les plus élevés, autour de 1 200 kilogrammes. Au contraire, les plus anciennes, plantées en 1975-1976 voient leur rendement moyen rarement dépasser huit cents kilogrammes. Tout semble indiquer qu'après les premières années d'encadrement sévère, l'optimum de production est atteint, mais que peu après, les planteurs simplifient le travail d'entretien.

Plusieurs éléments sociaux méritent d'être soulignés. Mis à part le phénomène de frontière agricole que prend localement l'économie de plantation sur les plateaux peu densément peuplés d'Akebou et d'Akposso-sud, les



Présentation par secteurs et par années de plantation, comparaison systématique avec la moyenne régionale.  
Sources : données SRCC-DOA

FIG. 10. — Diagrammes des rendements moyens des caféières SRCC pour la campagne 1984/1985

plantations sont souvent confiées par les autochtones à des métayers allogènes ou à des natifs du village. Or la SRCC constate que les « meilleurs planteurs » sont souvent les métayers, ce qui semble contradictoire avec la théorie marshallienne ou avec la modélisation proposée au point 2.

En fait, la contradiction n'est qu'apparente : le rapport de métayage ne se réduit pas à une simple entente sur le partage des récoltes. Dans le cas de la mise en place de la plantation, le statut qu'obtient le métayer se nomme le « *dibi ma dibi* » (littéralement : « je mange, toi tu manges »). Il prévoit, lorsque la plantation a déjà produit durant quelques années, non plus le simple partage de la récolte mais le partage de la plantation. C'est la reconnaissance, par les autochtones, d'un droit foncier inaliénable sur la moitié de la plantation. L'optimisation du métayer *dibi ma dibi* avec partage de terre pourrait être une sorte d'équilibre entre le calcul à la marge sur le facteur travail et la rapidité de l'entrée en production. Parfois, les deux objectifs peuvent converger vers le « semi-intensif » (600 à 800 kg/ha avec 3 sarclages). Au moins au Togo, l'objectif d'appropriation foncière peut parfois se combiner avec une certaine intensification dans la mesure où, dans ce pays, l'accès au matériel végétal sélectionné (recherché pour sa précocité, permettant un partage du foncier à partir de la cinquième ou sixième année au lieu de la dixième avec les anciennes plantations) est très étroitement réglementé par la structure d'encadrement. Mais, sans ce contrôle, l'exemple ivoirien démontre que l'objectif de « course à la terre » n'est pas incompatible avec une relative intensification.

Cependant, les métayers kabyé installés depuis de nombreuses années cherchent à accroître constamment les superficies à planter, optant souvent pour plusieurs patrons, concentrant de la terre et des moyens de subsistance (accès aux parcelles vivrières des patrons), n'hésitant pas à mobiliser toute la force de travail familiale pour mettre en place la plantation (contrairement aux autochtones éwé ou akposso qui privilégient la scolarisation des enfants).

Par la suite, confrontés à des surcharges de travail, ils peuvent confier leurs parts de plantation acquises par *dibi ma dibi* à d'autres paysans sans terre, avec un statu d'« abussa » (partage de la récolte au tiers, sans partage de terre). Conformément au modèle, on constate une conduite extensive des plantations qui ne sont plus entretenues qu'une ou deux fois... Mais il y a d'autres raisons à cette extensification : compte-tenu des rapports de prix café/vivriers, les métayers abussa ont intérêt à porter leur effort sur les parcelles vivrières que les patrons prêtent et qui ne font pas toujours l'objet de partage... et à délaissier le café, (cf ANTHEAUME 1982). Ainsi la convergence entre les prévisions du modèle et les résultats ne suffit pas nécessairement à prouver sa validité.

Chez les autochtones, la difficulté est grande à mobiliser de la main d'œuvre. S'ils proposent le statut *dibi ma dibi*, ils risquent de perdre encore des droits fonciers, et s'ils refusent énergiquement le partage foncier, les candidats au métayage négocieront une parcelle vivrière plus vaste, et/ou un partage de récolte plus favorable (jusqu'à deux tiers pour le métayer). S'ils prennent des salariés, l'investissement consenti apparaît hasardeux, tant les conditions climatiques peuvent anéantir des efforts coûteux. De plus, en rentrant dans les programmes SRCC, ils s'engagent sur une voie exigeante, et risquent des sanctions collectives, du fait de leurs pratiques manifestement extensives.

Ainsi, l'attitude générale des planteurs togolais, en particulier de ceux qui veulent renouveler leurs plantations, pourrait s'expliquer selon deux stratégies : d'une part, essayer de planter la plus grande superficie possible avec du matériel végétal qui entre vite en production, d'autre part, adapter les quantités de travail affectées aux plantations en fonction des événements

climatiques du début de saison. Mais rares sont les planteurs qui maintiennent le rythme de trois sarclages et plus, lorsque la SRCC n'a plus de prise sur eux, que les planteurs recourent au métayage ou au faire-valoir direct.

En définitive, nos « modèles » s'infirmement ou se confirment surtout en fonction de l'interaction du facteur terre (et de l'enjeu, l'appropriation foncière) ou du facteur « cultures associées ou concurrentes » (au café).

### 3.2. Exemples en Côte d'Ivoire

À une toute autre échelle, puisque la Côte d'Ivoire produit quelques cinquante fois plus de café que le Togo, les mêmes situations et les mêmes phénomènes se reproduisent, au moins partiellement.

La majorité des vieilles caféières (plus de vingt ans) ne sont sarclées qu'une seule fois, et la majorité des plus récentes deux fois, rarement trois (10 %), exceptionnellement quatre... Sur le plan social, on retrouve la confrontation autochtones/allogènes, et le problème particulier des premiers, qui, jouant la carte de la scolarisation, manquent cruellement de force de travail familiale. La situation peut se résumer en une phrase : « toute l'économie de plantation ivoirienne peut s'analyser à travers l'histoire des « négociations » entre les autochtones qui contrôlent ou auraient dû contrôler le foncier, et les allogènes qui maîtrisent l'accès à la force de travail » (RUF F., 1984).

Parmi les formes d'accès au travail, comme au Togo, les formules Abussan et Abugnon sont largement répandues. Mais le « *dibi ma dibi* » reste marginal en Côte d'Ivoire qui connaît dans tout l'ouest forestier un système plus radical d'aliénation du foncier : la vente.

Du fait d'une relative facilité d'accès à la terre, les migrants ne recherchent pas forcément à multiplier les « patrons ». Dans l'ensemble, le contrat *abussan* n'est qu'une formule parmi d'autres pour se procurer des revenus et une base éventuelle pour acheter la terre. Certes, en acceptant cette formule, les métayers prennent le risque d'une faible rémunération de leur travail en cas de mauvaise récolte. Mais comme les contrats se négocient entre juillet et septembre, ils peuvent apprécier l'état de la plantation et l'espérance de rendement, puis négocier le partage de la récolte. En outre, en renonçant à la formule du salariat journalier, payé à la tâche, ils évitent le risque de ne pas être payés, ou de dépenser sans épargner. Avec le statut *abussan*, ils espèrent se constituer le capital nécessaire à l'acquisition foncière.

Cet objectif explique en partie les résultats observés en 1981-1982 dans le centre-ouest ivoirien :

caféières en faire-valoir direct : 277 kg par hectare  
 caféières confiées à un abussan : 352 kg par hectare  
 caféières confiées à deux abussan : 477 kg par hectare

Comme dans certaines situations au Togo, confier une parcelle en métayage semble coïncider avec une relative intensification. Toutefois, l'« effet abussan » interfère avec l'âge de la plantation et le type d'exploitation dans laquelle elle s'intègre.

Les caféières confiées à deux abussan sont généralement jeunes et appartiennent aux grands planteurs allogènes (plus de dix hectares de plantations). L'espérance des rendements sur de jeunes plantations incite les métayers à maintenir un entretien à deux sarclages, parfois trois. La quantité de travail paraît suffisamment importante pour que les nouveaux migrants se regroupent pour prendre les contrats abussan dans ce type d'exploitation. Toutefois, l'état de la plantation n'est pas le seul déterminant du « nombre »

d'abussan affectés à une caféière. D'une part, le nombre d'abussan reste théorique dans la mesure où le manœuvre peut s'associer à d'autres ou recourir à la force de travail de son propre groupe domestique, notamment de sa femme. D'autre part, de même que les abussan peuvent trouver leur intérêt à multiplier le nombre de « patrons » (et ainsi augmenter les surfaces en café), les producteurs-propriétaires ont intérêt à démultiplier le nombre d'abussan, ce qui reste possibles sur les jeunes plantations.

En revanche, les vieilles caféières entrées dans la relation « infernale » des mauvais rendements et des mauvais entretiens, d'une campagne sur l'autre, trouvent difficilement preneur. Elles dépendent généralement d'exploitations d'autochtones qui souffrent du manque de force de travail, d'où le manque d'entretien, d'où les mauvais résultats d'une année sur l'autre et les difficultés pour trouver un métayer, ou le manque de trésorerie pour recruter de la main d'œuvre payée à la tâche.

Par ailleurs, le fait même de confier la parcelle pour quelques mois n'incite pas à un lourd investissement en travail. Si second sarclage il y a, c'est que l'espérance de rendement (et donc l'ensemble des facteurs d'élaboration du rendement) permet au propriétaire de l'imposer dans le contrat.

La gestion des caféières peut se résumer par la figure insérée dans l'annexe. Le graphique montre bien que l'intensification apparente liée à la formule abussan s'explique en partie par une caractéristique biologique (l'âge de la plantation) et une logique économique : le planteur trouve de la main d'œuvre pour sa caféière... tant que la plantation permet de la rentabiliser, qu'il s'agisse d'une formule abussan ou de faire-valoir direct.

Cette analyse du fonctionnement des exploitations et des prises de décision des planteurs corrobore assez bien l'approche marginaliste. Sur le plan technique, dans les premières années de production, la relation nombre de sarclages-rendement paraît plus linéaire qu'asymptotique, au moins pour les trois premiers sarclages, du moins en bonnes conditions de pluviométrie. En terme de journées de travail (ensemble des opérations jusqu'à la récolte), il semble qu'un planteur peut théoriquement déplacer l'optimum économique à trois, voire quatre sarclages. Par conséquent, un planteur pourrait, ou devrait chercher à multiplier les plus-values en multipliant le nombre de métayers ou de salariés, tout en maintenant un haut niveau d'entretien et de rendement. Nous retrouvons là l'intérêt des « patrons » à multiplier le nombre d'abussan. En limitant les superficies de café concédées à chaque manœuvre, tout se passe comme si l'abussan se voyait contraint de se rapprocher à ses dépens de l'optimum « agronomique ». Encore faut-il que le marché du travail permette aux planteurs d'appliquer cette stratégie. En situation de contrainte relative du facteur travail, le maintien d'un niveau intensif (trois sarclages et plus) pose des problèmes de gestion du travail très difficiles à surmonter. En conduite intensive, le moindre oubli ou retard grève l'espérance de rendement. Ce serait donc autant un problème d'accès à la force de travail qu'une relation purement technique travail-rendement qui explique les écarts entre l'optimum agronomique théorique et l'optimum économique réel, celui qui intègre la gestion des risques :

— le risque de ne pas trouver de la main d'œuvre entre février et juillet, au moment des grands travaux vivriers

— le risque de manquer de main d'œuvre familiale en cas de faire-valoir direct en période de récolte (gestion du risque maladie)

— le risque de sécheresse persistante après la floraison, entre mars et juillet, qui peut anéantir les efforts calculés d'après la réussite de la floraison.

Par la suite, au fur et à mesure du vieillissement de la plantation, la relation entre la production et l'entretien deviendrait plus asymptotique que linéaire, ce qui fonderait les choix extensifs vers deux puis un seul sarclage.

Les relations sociales jouent aussi un rôle non négligeable, et pas toujours dans le sens de l'extensification. Au Togo, la conduite relativement intensive des plantations en métayage *dibi ma dibì* s'efface après quelques années pour laisser place à une conduite franchement extensive avec des métayers abussan. En Côte d'Ivoire, les métayers recevant de jeunes plantations procèdent plutôt à trois entretiens, dans l'espoir de se constituer un capital suffisant pour acquérir de la terre. Nous retrouvons alors la situation où le producteur-propriétaire parvient à placer les abussan en situation de « contrainte foncière ». Compte tenu de la rareté relative de ce genre de plantations, les métayers peuvent même déplacer la quantité de travail d'entretien au-delà de leur propre optimum économique (donc en faveur du patron), uniquement dans le but de se maintenir sur la plantation<sup>3</sup>. Mais en dehors de ces situations plus ou moins temporaires, la conduite revient à l'extensivité : un ou deux sarclages.

Pour faire la liaison avec l'approche marginaliste, il nous reste à estimer le facteur travail en valeur de production. En Côte d'Ivoire, un sarclage coûte entre 15 000 F et 20 000 F CFA en fonction de la pression d'enherbement. Sur une plantation de 20 ans, le gain de récolte de près de 100 kg/ha au troisième sarclage équivaut à un produit brut additionnel de 40 000 F. En comptabilisant les temps de récolte supplémentaires (+ 12 000 F), l'espérance de produit net additionnel s'élève à 10 000 F pour un investissement de 30 000 F. Ce rapport reste trop faible pour que les planteurs décident de cet investissement. L'optimum économique se situe bien entre un et deux sarclages. Sur une plantation de 4 à 10 ans offrant au troisième sarclage un gain de rendement de 200 kg/ha de café marchand, le rapport coût/bénéfice paraît plus intéressant : un investissement supplémentaire de 35 000 à 40 000 F permet d'espérer un produit brut additionnel de 80 000 F. Ce rapport permet à un certain nombre de planteurs de se lancer dans l'investissement du troisième sarclage, voire du quatrième. Mais les prix au producteur semblent trop faibles pour favoriser un processus d'intensification.

En résumé, l'optimisation théorique du facteur travail correspondrait aux seuils suivants :

- 3 à 4 sarclages sur plantations de 4 à 10 ans
- 2 à 3 sarclages sur plantations de 10 à 15 ans
- 1 à 2 sarclages sur plantations de plus de 20 ans

Dans la pratique, l'intégration des différents risques justifie et explique que les planteurs optent pour des seuils légèrement inférieurs :

- 3 sarclages sur plantations de 4 à 10 ans en clones sélectionnés
- 2 à 3 sarclages sur plantations de 4 à 10 ans en « tout-venant »
- 1 à 2 sarclages sur plantations de 10 à 15 ans
- 1 sarclage sur plantations de plus de 20 ans

Mais loin d'être statiques, ces seuils évoluent avec l'environnement socio-économique. Si jusqu'à ces dernières années, les optima économiques se fondent surtout sur le facteur travail, les facteurs terre et capital prennent progressivement de l'importance. Nous allons les aborder dans une perspective d'intervention de l'État, soit par le biais de structures de développement, soit par des mesures de politique économique.

#### 4. GESTION DES RISQUES ET DÉVELOPPEMENT

L'intensification agricole apparaît accroître les risques pris par les planteurs. Le meilleur moyen de diminuer les risques serait probablement d'augmenter les prix au producteur. Mais dans une hypothèse de stagnation des prix ou de leur simple alignement sur l'inflation interne, comment rendre ces risques acceptables ?

##### 4.1. Diminuer l'importance relative du facteur travail

L'optimum économique varie notamment en fonction du volant de main d'œuvre permanente et familiale. S'il y a dépendance vis-à-vis de main d'œuvre extérieure à la famille, il existe un risque au niveau de la production, dans la mesure où l'on est jamais certain de la disponibilité de cette main d'œuvre. Au niveau national, la reprise d'activités concurrentes ou la fermeture des frontières par lesquelles passent les manœuvres accroissent les difficultés des exploitants à suivre un rythme d'entretien intensif.

Les structures de développement disposent en principe de deux orientations possibles pour s'adapter à cette situation : la substitution du sarclage manuel par un sarclage chimique, voire mécanique, ou au contraire, la modification du système de culture pour diminuer les temps de sarclage.

##### LE SARCLAGE CHIMIQUE OU MÉCANIQUE

En Côte d'Ivoire, des sociétés privées peuvent déjà témoigner d'une certaine réussite dans la diffusion de désherbants chimiques auprès d'exploitations moyennes (de 4 à 7 hectares) à dominante caféière, en particulier dans la région d'Aboisso. Un passage à l'herbicide équivaut à peu près en coût à un sarclage manuel confié à un salarié. FOUCHER (1983) observe dans cette zone une utilisation « parcimonieuse » des herbicides auxquels les planteurs recourent plus dans le but de diminuer leur travail que dans celui d'augmenter les rendements. Ainsi, les planteurs ne profitent pas de l'innovation pour intensifier, mais maintiennent le premier optimum économique. Ce constat semble montrer que même dans une situation de relative « saturation foncière », de nombreux planteurs continuent à optimiser le facteur travail plutôt que le facteur terre. De fait, dans cette région d'Aboisso, le coût particulièrement élevé de la main d'œuvre indique que, même au regard de disponibilités foncières réduites, la main d'œuvre reste toujours le facteur limitant.

Les sociétés de développement pourraient prendre en compte cet objectif de réduction de la pénibilité du travail de la famille, et admettre que l'augmentation des rendements et des revenus ne constitue qu'un objectif ultérieur. On peut expliquer une partie des incompréhensions réciproques par le fait que les paysans et les développeurs ne se placent pas sur la même fonction de production. Par exemple, tandis que les premiers ajustent d'abord un élément de leur système, les seconds se placent déjà sur une courbe optimisée par la suppression des contraintes liées aux sarclages de février et juin, à l'époque des travaux vivriers. Pour que l'usage des herbicides entraîne un processus d'intensification, il faut probablement attendre les effets de la raréfaction simultanée des facteurs terre et main d'œuvre. Notons enfin qu'en cas de recru d'*Eupatorium odoratum*, les herbicides deviennent très coûteux. Il reste la solution de la débroussailluse, encore peu utilisée, dont l'intérêt économique reste à confirmer.



## MODIFICATION DU SYSTÈME DE CULTURE POUR DIMINUER LES TEMPS DE SARCLAGE

Sans intrant, il semble possible de limiter le recru herbacé en augmentant la densité des caféiers et surtout, en modifiant la conduite des arbres. SNOECK (1985) expérimente avec l'IRCC un système qui réduit fortement les temps de travaux tant pour la taille que pour les sarclages : « deux tiges écimées à 1,6 mètre, formation d'un « parapluie », aucune taille de bois fructifère, écimage uniquement des bois verts, égourmandage périodique des jeunes orthotropes peu développés et ne portant pas encore de nœuds fructifères ; les caféiers ombrageant le sol, la croissance des mauvaises herbes sera faible, diminuant la fréquence des entretiens ».

### 4.2. Le facteur terre

Comme nous l'avons vu, la course à la terre, qui prend des formes variables, peut amener les planteurs à un compromis entre l'optimisation immédiate du facteur travail et l'objectif de constitution d'un capital foncier.

En situation de saturation de l'espace, (pour un système de production donné), l'optimum économique se rapproche de l'optimum agronomique parce que le facteur terre devient souvent le nouveau facteur limitant<sup>3</sup>. Les planteurs acceptent alors de subir une baisse de leur productivité marginale et moyenne du facteur travail. Ce processus, déjà amorcé en Côte d'Ivoire et au Togo, conditionne et explique la réussite (partielle) de certaines opérations de développement : augmentation du nombre de sarclages, amorce de recours aux herbicides, recépage encore timide mais en réelle progression en Côte d'Ivoire et replantation au Togo.

Néanmoins, le blocage foncier ne conduit pas nécessairement à l'intensification. Des exemples au Ghana et dans le sud-est ivoirien témoignent d'un vieillissement structurel des plantations et d'une diminution de la production. Au Togo, en dépit — ou à cause — de l'encadrement « musclé », bien des planteurs refusent d'entrer dans les programmes de replantation, pour des raisons comparables à celles de ghanéens ou d'ivoiriens. Il s'agit essentiellement d'incertitudes et de risques liés au facteur terre :

— l'incertitude qui peut encore régner sur l'appropriation de la terre.

D'une manière générale, abattre le caféier marqueur de terre implique un risque de remise en cause du droit de replanter par un membre plus ou moins proche de la famille. Par ailleurs, au Togo, confier la replantation à un métayer, même si le « propriétaire » refuse d'emblée l'idée du partage de terre, présente un risque d'aliénation à moyen ou à long terme, dans la mesure où la législation foncière peut changer en faveur de ceux qui cultivent la terre (le Général-Président est de la même ethnie que les métayers).

— l'incertitude liée à la transmission du patrimoine.

Un planteur âgé, ivoirien ou togolais, se montre peu enclin à s'engager dans la replantation, alors qu'il risque de ne pas en voir les fruits. Subsiste également un risque sur la destination de l'héritage. Si les règles de transmission du patrimoine tendent à privilégier les descendants directs, elles restent encore sujettes à négociation donc à risque.

Ainsi, la sécurité foncière apparaît comme l'une des conditions nécessaires pour qu'un processus d'intensification durable et non conjoncturel s'installe en économie de plantation.

#### 4.3. États, paysans et manœuvres : le risque du changement technique et social

En Afrique de l'Ouest, les risques des caféiculteurs vis-à-vis de la fluctuation du prix de marché restent limités puisque les États fixent des prix garantis assez bien respectés. Les États légitiment précisément les caisses de stabilisation et le prélèvement de plus-values par l'élimination du risque pour les producteurs. Nous avons déjà évoqué l'impact de prix garantis trop faibles pour encourager un processus d'intensification.

Mais il est un autre aspect des politiques de développement qu'il convient d'examiner. Qu'elle s'opère par l'augmentation des sarclages manuels ou par le recours à des intrants (herbicides) ou encore par des investissements (débroussaillage), l'intensification passe par l'appui du crédit.

Or, comme l'ont pensé hier certains planificateurs en Asie du Sud-est (cf MARSHALL 1948), certains développeurs affirment aujourd'hui que l'intensification des zones forestières africaines passe par l'élimination des formules de métayage.

Il y a déjà un paradoxe dans cette affirmation puisque l'intérêt majeur de la formule réside dans le véritable crédit en travail que le manœuvre fournit au planteur. Ensuite, sur la plan technique, nous pensons comme CHEUNG ou HAYAMI que le principe du métayage ne constitue pas un obstacle à l'intensification. Les résultats acquis dans le centre-ouest ivoirien prouvent que les planteurs recourent à de nombreux moyens de régulation pour adapter la norme de partage à la productivité de la parcelle. Nous avons déjà observé des introductions d'insecticides ou d'herbicides qui induisent soit une renégociation de la norme de partage, soit une prise en charge des intrants par l'abussan. Certes, la renégociation s'avère difficile pendant un certain temps, celui qu'il faut pour apprécier les nouveaux rapports coûts/bénéfices induits par l'innovation technique. Il n'est donc pas exclu qu'une partie des planteurs engagés sur la voie de l'intensification optent provisoirement pour le faire-valoir direct, généralement considéré comme une prise de risque supplémentaire. Il est communément admis qu'un propriétaire voit ses risques s'accroître lorsqu'il passe du fermage au métayage, puis du métayage au faire-valoir direct. De cet ensemble, certains auteurs sont tentés d'y voir un modèle social : sous réserve que les prix au producteur soient suffisants pour que les propriétaires prennent le risque d'intensifier, ils « devront » prendre simultanément le risque associé au faire-valoir direct et éliminer le métayage.

Au moins dans le cas des économies de plantation ivoirienne et togolaise, cette « nécessité » ne paraît pas justifiée. Tant par sa fonction de crédit que par sa capacité à s'adapter à la productivité des plantations, la formule « abussan » peut parfaitement s'allier à une dynamique d'intensification. Par une analyse anthropologique du rapport abussan au Ghana, ROBERTSON (1982) parvient à la même conclusion : non seulement le rapport « abussan » n'est pas un obstacle à l'esprit d'entreprise mais il permet également d'assurer avec élégance et sous diverses formes, la gestion du travail et de la terre, voire du capital. Là résident à notre avis les limites d'un raisonnement marginaliste appliqué au seul facteur travail. Cette erreur d'hypothèse conduit à des biais dans le diagnostic et aux échecs des solutions prônées.

Le problème n'est pas de prétendre « éliminer » le métayage mais d'encourager les dynamiques spontanées d'intensification, notamment par le crédit ... en le laissant ouvert aux abussan stabilisés dans une région. D'ailleurs, comme dans bien d'autres pays, les « propriétaires-métayers »

possèdent souvent les exploitations les plus intensifiées. Sur leurs propres caféières, ces planteurs-manœuvres déplacent leur optimum économique très près de l'optimum agronomique, et ce en dépit d'une baisse sensible de la productivité marginale et moyenne du travail, car l'alternative du métayage ou du salariat offre de toute façon une productivité monétaire très inférieure.

Ce débat scientifique sur « l'efficacité » économique du métayage (pour le propriétaire et pour l'État), étroitement imbriqué au débat sur le risque du passage de l'extensif à l'intensif, rejoint une question vitale pour le développement : la dynamique des économies de plantation africaines, historiquement fondée sur l'extensif, ne risque-t-elle pas de se briser sous une impulsion d'intensification ? (voir par exemple CHAUVEAU 1985). Nous pensons que l'analyse ci-dessus permet de montrer qu'une dynamique d'intensification s'est déjà mise en place, tant en Côte d'Ivoire qu'au Togo : intensification des vergers existants, replantations, innovations spontanées sur les cultures vivrières, développement d'un marché « informel » d'insecticides et divers intrants à une échelle nationale (F. RUF 1982 et 1985). Même si le facteur travail se raréfie simultanément, dans bien des exploitations ivoiriennes et togolaises, la terre devient le nouveau facteur à optimiser.

Au cours de ce processus de modernisation, sauf bouleversement juridique, les risques d'insécurité foncière des planteurs s'amenuisent (la propriété foncière se construit) tandis que s'accroissent leurs risques financiers. Quant au risque lié à la dépendance vis-à-vis de la main d'œuvre étrangère (risque partagé par l'État et les planteurs), il devrait se stabiliser avec la substitution partielle de travail par du capital. Le risque financier de l'exploitant, celui de l'endettement pourrait donc jouer un rôle moteur, déjà bien connu en Europe.

Mais pour limiter le parallèle avec l'histoire de l'agriculture européenne, il faut bien souligner que les planteurs ne détiennent pas le monopole de ce type de risques. Dans la mesure où cette intensification (à l'unité de surface) ne s'accompagne pas d'une amélioration de la productivité du travail, les risques de non-remboursement restent importants... d'où des risques politiques, économiques et sociaux en puissance pour l'État et les autres opérateurs (transporteurs, usiniers, institutions financières...)

## CONCLUSION : LES RISQUES DU NORMATIF

L'approche « ancestrale » des agronomes de station a privilégié l'optimisation du rendement coûte que coûte. En réaction, les agro-économistes ont axé leur analyse sur l'optimisation du facteur travail, considéré comme beaucoup plus limitant que le facteur terre. Malgré ce progrès dans la compréhension des décisions paysannes, on observe encore l'injection de plusieurs millions de francs dans des projets reposant sur des modèles établis en station.

Pour autant, il ne faudrait pas réduire le raisonnement de gestion à un calcul à la marge qui pourrait tomber dans le normatif : au-delà de la complexité de rapports sociaux qui modifient les bases du raisonnement de chaque planteur, il faut souligner les limites à l'établissement de ces courbes et de ces seuils. Il est en effet très difficile en milieu paysan d'isoler les facteurs de variance et de collecter les séries de données se prêtant à la construction des fonctions de production et de coûts. Quand on voit comment, pendant de longues années, les références de stations ont servi de normes absolues, on comprend qu'à l'avenir, les agro-économistes risquent d'endosser une lourde responsabilité... Nous nous contenterons de conclure, en ce qui concerne la caféiculture, qu'il existe des marges raisonnables pour intensifier la produc-

tion, à condition de partir de situations de référence paysannes puis de proposer des adaptations et des ajustements successifs, à des niveaux de risque acceptables par l'ensemble des agents de la filière café.

## BIBLIOGRAPHIE

### Côte d'Ivoire

- BDPA, 1964. — Étude pour la reconversion des cultures de caféier dans la république de Côte d'Ivoire. Paris, BDPA, 4 tomes.
- CHAUVEAU (J. P.), 1985. — L'économie de plantation villageoise caféière et cacaoyère en Côte d'Ivoire : les leçons de l'histoire. *Cahiers de la recherche-développement* (8) : 46-47.
- FOUCHER (J. F.), 1983. — Planteurs de café et saturation foncière dans le sud-est ivoirien. *Cahiers du CIRES* (33-34), Abidjan : 1-57.
- GIGOU (J.), 1973. — Étude de la pluviosité en Côte d'Ivoire. Application à la riziculture pluviale. *Agron. trop.*, n° 28 (9) : 858-875.
- RUF (F.), 1980. — Techniques culturales et productivité du travail en économie de plantation du centre-ouest ivoirien. CIRES, Abidjan, 58 p.
- RUF (F.), 1981. — Le déterminisme des prix sur les systèmes de production en économie de plantation ivoirienne. *Les cahiers du CIRES* (28-29) : 89-114.
- RUF (F.), 1982. — Les règles du jeu sur le foncier et la force de travail dans l'ascension économique et la stratification sociale des planteurs de Côte d'Ivoire. *Économie Rurale* (147-148) : 111-119.
- RUF (F.), 1982. — Ma forêt est finie, où planter l'igname ? In : Colloque du CIRES « les cultures vivrières, élément stratégique du développement agricole ivoirien », Abidjan, Côte d'Ivoire, 11-15 mai : 127-150.
- RUF (F.), 1984. — Quelle intensification en économie de plantation ivoirienne ? I. Histoire, systèmes de production et politiques agricoles. *Agron. trop.* 39 (4) : 367-382.
- RUF (F.), 1985. — Quelle intensification en économie de plantation ivoirienne ? II. Quels programmes, pour quelles exploitations ? — *Agron. trop.* 40 (1) : 44-53.
- RUF (F.), 1985. — Production agricole et rapports sociaux, évolution dans le sud-est ivoirien : premiers résultats sur la sous-préfecture d'Arrah. Montpellier, IRAT, 52 p.
- RUF (F.), 1988. — Stratification sociale en économie de plantation ivoirienne. Thèse de doctorat d'Université, spécialité géographie, Paris X, Nanterre, 6 tomes, 1350 p.
- RUF (F.), STESSELS (L.), 1986. — Relance de la caféiculture en Côte d'Ivoire. Abidjan, Banque Mondiale, 105 p.
- SATMACI (p.), 1985. — Programme entretien café, Daloa, SATMACI, p. + annexes.
- SNOECK (J.), 1985. — Bilan des recherches caféières de l'IRCC en Afrique. Montpellier, IRCC, 21 p.

### Togo

- ANTHEAUME (B.), 1981. — Des hommes à la rencontre des arbres. Le cacaoyer et les akposso dans le centre-ouest du Togo. *cah. ORSTOM, sér. Sci. Hum.*, vol. XVIII, n° 1, Paris : 47-62.
- ANTHEAUME (B.), 1982. — Ne dites pas à mon patron que je vends des produits vivriers, il me croit planteur de café. *Économie rurale*, (147-148) : 120-122.
- GU-KONOU (E. Y.), 1979. — Plantations paysannes et stratégie de l'espace dans le sud-ouest du Togo. Deux notes sur l'économie de plantation dans le sud-ouest du Togo, ORSTOM, Univ. du Bénin. Lomé, 14-35.
- PONTIE (G.), RAYMOND (C.), RUF (TH.), 1984. — Évaluation à posteriori de la rénovation de la caféière et de la cacaoyère au Togo. Ministère des relations extérieures, coopération et développement, Paris, 360 p.
- PONTIE (G.), RUF (TH.), 1985. — L'opération de rénovation de la caféière et de la cacaoyère togolaises. In : BOIRAL, LANIERI, OLIVIER DE SARDAN, 1985. — Paysans, experts et chercheurs en Afrique Noire, sciences sociales et développement. CIFACE, Karthala, Paris : 102-130.
- PONTIÉ (G.), RUF (TH.), 1985. — Café, cacao (SRCC) Togo : actualisation 1985. Ministère des relations extérieures, coopération et développement, Paris, 98 p.
- PONTIÉ (G.), RUF (TH.), 1985. — Stratégies paysannes et structure de développement : la replantation de la caféière et de la cacaoyère togolaises. Communication au séminaire d'économie rurale du CIRAD de septembre 1985. Montpellier, 25 p *ronéo*, à paraître dans les actes.

RUF (TH.), 1985. — La diversité des réponses paysannes au projet de rénovation de la caféière et de la cacaoyère togolaises. *Les cahiers de la recherche développement*, (8) : 35-45  
 SRCC., 1971 à 1984. — rapport annuel. Lomé

#### Autres Pays

- Charmes (J.), 1975. — Métayage et capitalisme agraire sur les périmètres nord de la S.O.M.A.L.A.C. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Sci. hum.*, vol. XII, n° 3 : 259-282.  
 CHEUNG (S.), 1969. — The theory of share tenancy. Chicago and London, the university of chicago press, 182 p.  
 FAUROUX (E.), 1983. — Les transformations récentes des grandes exploitations agricoles dans la sierra et la costa de l'Équateur. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Sci. hum.* vol. XIX, n° 1 : 7-22.  
 LACOMBE (PH.), 1972. — Les stratégies d'adaptation des exploitants agricoles à la croissance économique. Application au Languedoc-roussillon. Thèse d'état, spécialité économie rurale, université de Montpellier, 2 tomes, 515 p  
 MARSHALL (A.), 1948. — Principles of economics, 8 th ed., Newyork, Macmillian Co, 642-649.  
 HAYAMI and KIRUCHI, 1981. — Asian village economy at the crossroads. An economic approach to institutional change. Tokyo, University of Tokyo press 1981 and Baltimore, John Hopkins press, 1982  
 HAYAMI and RUTTAN, 1985. — Agricultural development. An international perspective, Baltimore, John Hopkins press.  
 ROBERTSON (A. F.), 1982. — Abussa : the structural history of an economic contract. *Journal of development studies* 18 (4) : 447-478.

#### NOTES

##### 1. Intensification et saturation foncière :

Ces deux termes ne se définissent que par rapport à des systèmes de cultures donnés. L'intensification est ici considérée comme un processus d'amélioration du rendement (par unité de surface) au-delà de la moyenne régionale en milieu paysan. Le terme de productivité est réservé à toute évaluation de production ramenée à une unité de travail. La saturation foncière est évoquée lorsque les planteurs (ou certains d'entre-eux) connaissent des difficultés pour reproduire les systèmes de culture récemment pratiqués dans la région (diminution des temps de jachère, accroissement des temps de travaux de sarclage, non renouvellement des défrichements sur forêt...) (Pour une définition plus complète de ces termes, on pourra notamment se reporter à RUF 1982 a et à A. BERTRAND et F. RUF 1985)

2. En Europe, bien des analyses économiques concluent à l'opposé : la baisse des prix agricoles précède ou suit les gains de rendement et de productivité. Très schématiquement, face à une baisse des prix induite par des gains de productivité acquis dans certains pays et certaines exploitations, les autres devaient suivre ou disparaître. En économie de plantation africaine, les paysans ne sont pas encore entrés dans un cycle de dépendance vis-à-vis de consommations intermédiaires et du crédit. Face à une baisse des prix, ils ont plus de possibilités de jouer la carte de l'extensif, voire de la baisse de la production... d'autant que les formes de résistance à ce risque telles que l'agriculture à temps partiel, très connue en France (voir par exemple les travaux de Ph. LACOMBE), existent également sous de multiples formes en Afrique (au sein de différentes unités familiales, élargies ou restreintes).

3. Pour sortir des exemples africains, en République de l'Équateur, le « Redimidor » était chargé du défrichement d'une parcelle de forêt appartenant à un latifundio. Il était autorisé à faire des cultures vivrières pour son propre compte et devait planter le terrain en bananiers, cacaoyers ou caféiers. Au bout de quelques années (cinq à huit ans), lorsque les arbres étaient en état de produire, il rendait le terrain au propriétaire, et était rémunéré en fonction du nombre et de la qualité des plants — FAUROUX E., — Les transformations récentes des grandes exploitations agricoles dans la sierra et la costa de l'Équateur. In : *cah. ORSTOM, sér. Sci. hum.*, vol XIX, n° 1 : 7-22.

Ainsi, on retrouve dans ce pays le fait que les rapports socio-économiques changent au cours de la vie des plantations. Ceux de la mise en place diffèrent de ceux de la pleine production puis du vieillissement.

4. En fait, la transition vers une phase de saturation foncière n'est pas si mécaniste. Historiquement, en économie de plantation ivoirienne et togolaise, l'accès à la terre a toujours favorisé l'accès à la force de travail, et réciproquement. Selon la même logique, en absence de réserves foncières, le planteur capte plus difficilement la main d'œuvre et la paye plus cher (en supposant que les autres variables économiques restent constantes par ailleurs). Ainsi, dans bien des cas, rarefaction du facteur terre (en forêt « noire ») et du facteur travail vont de pair... d'où la « nécessité » de trouver et de proposer des techniques de substitution de ces facteurs par du capital.

## ANNEXE

# Quelques points de repère pour l'intensification de la production de café en Côte d'Ivoire

J. P. VAUTHERIN \*, François RUF \*\*

Le projet agricole centre-ouest fonctionne depuis 1981 sur un financement de la Caisse centrale de coopération économique et de la Banque mondiale. J. P. VAUTHERIN, ex. responsable du service des « actions test » (7 ans) et F. RUF, ancien responsable du service « recherche-développement » (2 ans) font le point sur la relance de la production de café, soit par remise en état de vieilles parcelles, soit par replantation de nouvelles caféières.

### PRODUCTION DE BOUTURES

Parmi les divers facteurs du vieillissement structurel du verger caféier ivoirien, nous soulignerons volontiers deux éléments de politique agricole. Au cours des années 1973-80, les avantages concédés au cacao en matière de prix au producteur et de prime pénalisent le café au point de dissuader une majorité de producteurs d'en planter. Dans une moindre mesure, la décision prise par la SATMACI de fermer 50 % des centres de bouturage en 1983 a également retardé une certaine relance spontanée de la plantation de café. Aujourd'hui, 60 % du verger a plus de 25 ans...

Rappelons ici que tous les traités de caféiculture considèrent comme amortie une plantation de plus de 25 ans. Sur cette base, il n'est pas sans intérêt de procéder à un petit calcul économique de l'amortissement du « capital-arbre » : en théorie, dans une perspective de maintenir le potentiel de production, il faudrait renouveler 4 % des arbres chaque année. En adoptant une norme de 2 000 boutures par hectare, toutes pertes incluses, les besoins des 150 000 hectares de café du centre-ouest s'élèvent donc à 12 millions de boutures par an ( $150\,000 \times 4\% \times 2\,000 = 12\,000\,000$ ).

Or la capacité maximale de production des six centres de bouturage localisés dans la zone d'intervention du projet centre-ouest ne dépasse pas six millions de boutures. Le maintien du potentiel de production exige donc le doublement de la capacité des centres de bouturage existants ou l'ouverture de nouveaux centres.

Dans l'immédiat, se pose le problème de l'affectation des boutures que l'on peut et doit considérer comme le facteur limitant de la relance de la production de café. Faut-il inciter les producteurs à créer de nouvelles plantations ou les aider à régénérer les plus anciennes ?

En dépit des incertitudes sur les relations techniques entre quantité de travail et rendements, en dépit d'une certaine prudence à adopter à l'égard du calcul économique donnant une caution scientifique à des données construites, les budgets de plantation, un calcul de taux de rentabilité interne semble confirmer l'intuition de l'agronome. Une plantation de plus de 25 ans, contenant encore 800 pieds/hectare, recépée et soigneusement complantée en boutures jusqu'à ramener la densité de plantation à 1 300-1 400 arbres/ha garantirait un taux de rentabilité interne supérieur à celui offert par la création d'une nouvelle plantation (F. RUF, L. STESSLS 1986). La solution du recépage-densification permettrait d'obtenir un premier gain de production dès la seconde année tandis que la nouvelle plantation implique quatre ans d'attente. Quant aux cultures vivrières associées, elles s'insèrent également très bien dans le recépage. Enfin, cette solution permet théoriquement de toucher quatre fois plus de producteurs. Il appartient à ces derniers de choisir entre cette technique et les suivantes, avec possibilité de les combiner sur différentes parcelles.

---

\* Agronome CINAM, Banque Mondiale, B.P. 1420, Canakry, Guinée

\*\* Voir article

## REMISE EN ÉTAT DES VIEILLES CAFÉIÈRES

La figure 11 illustre bien la gestion « traditionnelle » des caféières.

Ce qui nous intéresse dans le cadre d'un projet de développement est d'identifier et de montrer pourquoi les planteurs recèpent prioritairement les parcelles arrivées au stade V. Serait-ce le rapport social « abussan » qui bloquerait un processus d'intensification, le recépage ?

Indéniablement, les producteurs enquêtés sur ce point évoquent souvent l'impossibilité de sacrifier une récolte dans une parcelle dont le travail est rémunéré par le partage de cette récolte... Une adoption plus générale du recépage passera sans-doute par une remise en cause au moins provisoire du contrat abussan. Dans cette perspective, la première mesure à proposer à une structure de développement se rapporte au crédit. Pour permettre à certains planteurs de relever le pari de l'intensification par le biais du faire-valoir direct, il faudrait leur donner une possibilité réelle de recruter des salariés en début de campagne sur différents travaux visant une intensification : recépage, égourmandage, sarclages manuels supplémentaires. Le crédit leur permettrait également de tester des techniques de substitution du travail par du capital (débroussailluse, traitements chimiques). C'est une première voie. Elle n'exclut d'ailleurs pas un éventuel retour à des formules de métayage aux taux révisés en fonction des effets mesurés du changement technique. (cf article F. RUF, T. RUF)

Une autre voie consiste à revenir sur la technique et ses effets économiques. Dans une certaine mesure, le choix d'une majorité de producteurs de ne pas recéper leurs jeunes plantations peut tout simplement correspondre à un manque de rentabilité économique dans les conditions de production des paysans. Renoncer à une récolte dans l'espoir de doubler la prochaine n'est pas sans risques... Tant que les producteurs ne sont pas placés en situation de contrainte foncière telle qu'ils doivent renoncer à optimiser le facteur travail au profit du facteur terre, on comprend que ces planteurs ne prennent pas ce risque...

C'est pourquoi le projet centre-ouest et J. P. VAUTHERIN entreprennent un test de « recépage » progressif et tournant qui permet de maintenir une production chaque année. Cette technique est testée selon deux variantes :

— Sur les plantations en phase III ou IV, la technique (qui reste à mettre au point avec les planteurs eux-mêmes) consiste à couper chaque année la plus vieille tige en laissant repartir un rejet de la base. Cette méthode suppose l'élimination préalable de tous les gourmands.

— Sur les caféières plus anciennes (stade V), on ramènera la première année le nombre de branches à six, puis on envisagera un renouvellement des six tiges en deux ans, par deux lots de trois. Par la suite, la caféière sera menée comme ci-dessus. Dans les deux cas, le remplacement des manquants est assuré systématiquement la première année.

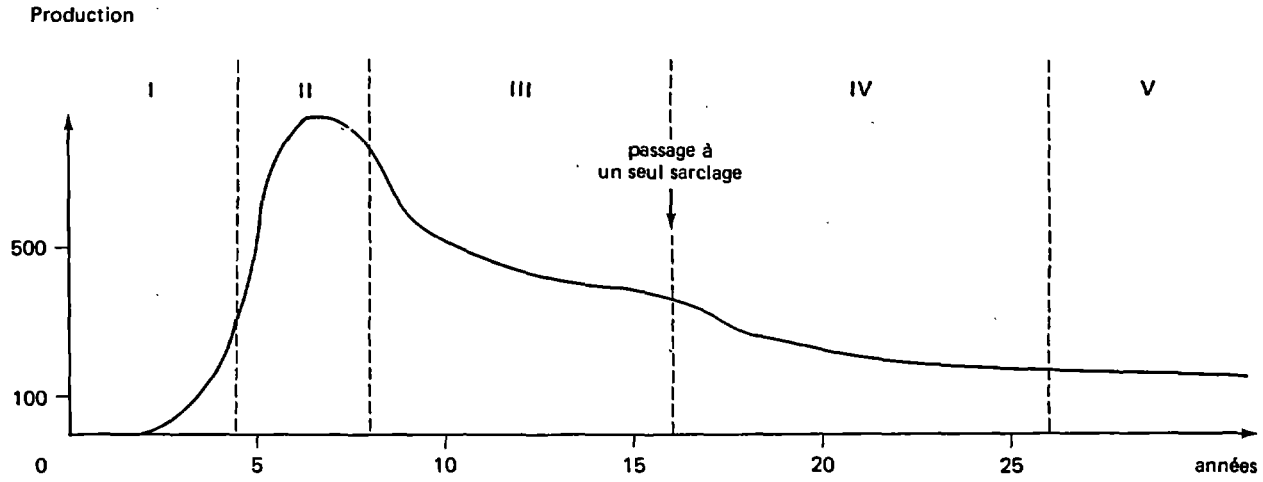
En aucun cas, cette technique n'est censée être comparée au recépage classique. Cette technique se concevrait plutôt comme une méthode d'intensification intermédiaire, à moindre risque, qui pourrait bien être la seule adoptée et adoptable par des planteurs qui ne sont pas placés en situation de renoncer à l'optimisation du facteur travail. C'est aussi une méthode d'intensification qui s'adapte immédiatement et sans transition au rapport social existant, le métayage « Abussan » et « Abugnon ». Il n'est pas pour autant dit que cette technique ne puisse contribuer à restructurer ce rapport social...

## REPLANTATION DE NOUVELLES CAFÉIÈRES

En fin de projet, l'analyse ex-post montre à quel point les producteurs s'intéressent à la replantation, parfois beaucoup plus qu'au recépage ou à tout autre forme de remise en état des vieilles caféières. La replantation consiste à défricher les vieux caféiers, procéder au brulis de la parcelle puis à planter les boutures. Au moins jusqu'à ces dernières années, une majorité de producteurs allogènes disposent de moyens financiers suffisants pour envisager la replantation, d'autant que les vivriers associés peuvent financer l'essentiel du processus de recapitalisation.

Les producteurs connaissent les performances du matériel végétal clonal et entendent en profiter. Par ailleurs, après l'engouement cacao des années 1970/80, de nombreux paysans souhaitent rediversifier leur exploitation, notamment en replantant des caféiers à la place des cacaoyers lorsque ces derniers sont installés sur des terres marginales du point de vue de l'écotype cacaoyer.

Le projet n'a pas échappé au piège de la priorité à l'action aux dépens de la continuité de l'observation susceptible de réajuster l'action. Ce constat encourage l'économiste à la prudence puisque les comportements des producteurs tendent à infirmer les conclusions du calcul économique réalisé à partir des données de temps de travaux plus construites qu'observées. Si la conjoncture économique internationale le permet, la relance du café en Côte d'Ivoire passe en grande partie par la replantation, et donc par un processus de recapitalisation associé à celui de l'intensification.



- I — Installation de la plantation - cas général : faire valoir direct (formule «dibi ma dibi» peu fréquente en Côte d'Ivoire)
- II — Faire-valoir direct ou Abussan selon les disponibilités en travail familial et les capacités de trésorerie pour recruter les salariés
- III — Abussan      partage de la récolte au tiers  
                         2 sarclages / an
- IV — Abugnon      partage à la moitié  
                         1 sarclage / an
- V — Retour au faire-valoir direct ou abandon selon les disponibilités en travail familial.

FIG. 11. — Schématisation en 5 « phases » de la gestion d'une caféière dans le Centre-Ouest ivoirien (production exprimée en kg de café marchand).





# ***Les risques génétiques de la riziculture traditionnelle en Côte d'Ivoire***

Alexandre de KOCHKO \*

## **INTRODUCTION**

Devant la nécessité toujours croissante de répondre aux besoins alimentaires des populations du tiers monde, l'une des voies consiste en l'amélioration génétique des plantes cultivées dans ces pays mêmes. Pour réaliser cet objectif, il est indispensable de disposer de matériel de départ possédant le plus d'informations génétiques possible afin que le sélectionneur puisse y choisir les caractères intéressants à la réalisation de variétés plus performantes ou mieux adaptées aux conditions changeantes que connaissent bon nombre de ces pays. Le risque éventuel consiste donc à ne pas disposer d'un stock suffisant d'informations pour y trouver les réponses adéquates aux stress qui peuvent survenir, ou aux besoins nouveaux qui se font jour.

C'est dans cette optique que le laboratoire de génétique du centre ORSTOM d'Adiopodoumé en Côte d'Ivoire, s'est fixé entre autres tâches, celle d'assurer la conservation des ressources génétiques de certaines plantes tropicales dont le riz.

Dans le cadre de ce programme, plusieurs prospections des riz cultivés (variétés traditionnelles) et sauvages ont été menées tant en Côte d'Ivoire que dans de nombreux autres pays africains (BEZANCON, 1982), afin de constituer et préserver une collection de nombreux génotypes qui pourront entrer dans des programmes d'amélioration et de toute façon ces génotypes constituent une réserve d'informations toujours disponibles pour y puiser le ou les caractères qui s'avèreraient utiles dans l'avenir au vu des nouvelles conditions environnementales pouvant survenir dans tel ou tel pays.

Ces échantillons ramenés au laboratoire sont alors soumis à une évaluation au moyen de l'électrophorèse d'enzymes et/ou de l'observation des caractères morphologiques au champ.

## **LA RIZICULTURE TRADITIONNELLE EN CÔTE D'IVOIRE**

La majeure partie de la riziculture traditionnelle se limite en Côte d'Ivoire à la partie forestière de l'ouest du pays, — ouest du fleuve Bandama — zone occupée par les ethnies appartenant aux grands groupes des Krous et des

---

\* Généticien ORSTOM, Laboratoire de Génétique, Centre ORSTOM d'Adiopodoumé, BP V51, Abidjan, Côte d'Ivoire.

Mandingues (fig. 1). On n'y rencontre pratiquement plus qu'une seule espèce cultivée, *Oryza sativa* L. d'origine asiatique, introduite en Afrique de l'Ouest très probablement par les navigateurs portugais vers le XVI<sup>e</sup> siècle.

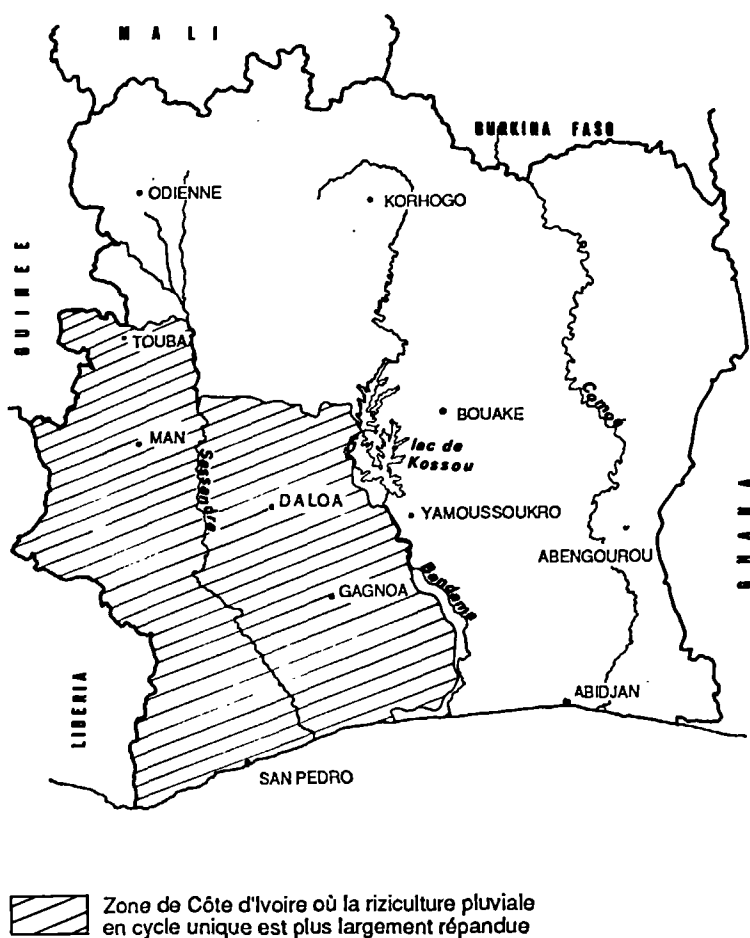


FIG. 1. — Carte de situation

L'espèce cultivée d'origine africaine, *Oryza glaberrima* Steud., ne se rencontre plus que très rarement dans l'extrême ouest du pays et dans la région vallonnée de Man. Le plus souvent, cette espèce n'est cultivée que sur de petites parcelles ou en mélange avec *O. sativa*.

De même les méthodes culturales ne sont guère variées. Les paysans riziculteurs traditionnels ne pratiquent que la riziculture pluviale stricte en cycle unique pendant la grande saison des pluies. Les semis ont lieu entre avril et mai, les récoltes se déroulent de juillet à septembre.

Lors du passage dans les villages pour recueillir des échantillons, il n'est pas rare de se voir proposer une douzaine de cultivars désignés par des noms vernaculaires différents, ce nombre peut même dépasser vingt dans certains villages.

Cette profusion de noms qui désignent selon les paysans des variétés bien caractéristiques et différentes les unes des autres, laisse supposer « a priori » une assez large variabilité génétique de l'espèce *O. sativa* en Côte d'Ivoire. Mais du fait que la Côte d'Ivoire soit peuplée d'une multitude d'ethnies, un même cultivar est souvent désigné par différents noms ou quelques fois, l'on donne un nouveau nom lorsque l'ancien est oublié. La seule compilation des noms vernaculaires est loin de traduire la situation réelle.

### ÉVALUATION DE LA DIVERSITÉ DU MATÉRIEL COLLECTÉ

Le matériel ainsi collecté est soumis au laboratoire à des études d'évaluation. L'un des outils utilisés est l'électrophorèse d'enzymes qui donne un reflet direct du message génétique contenu sur les chromosomes, les protéines sont en effet directement codées par le génome. Cette technique d'évaluation n'est pas dépendante des facteurs extérieurs — conditions de culture, conditions climatiques, maladies, ravageurs — qui entraînent des fluctuations parfois importantes dans l'expression des caractères morphologiques.

Le procédé consiste à faire migrer dans un support — en l'occurrence un gel d'amidon — et sous l'influence d'un champ électrique, les protéines contenues dans un organe de la plante. Après la migration, les gels sont colorés spécifiquement en utilisant l'activité catalytique de chaque enzyme ou système enzymatique, ce qui conduit à l'apparition de bandes (fig. 2), chaque bande traduit la présence d'un enzyme. L'observation de ces bandes, ne permet d'avoir qu'une image incomplète du message génétique. On ne peut voir, en effet, l'activité des gènes régulateurs ni les substitutions d'acides aminés de même charge ni les substitutions de bases au niveau de l'ADN qui n'entraînent pas de modifications du code génétique.

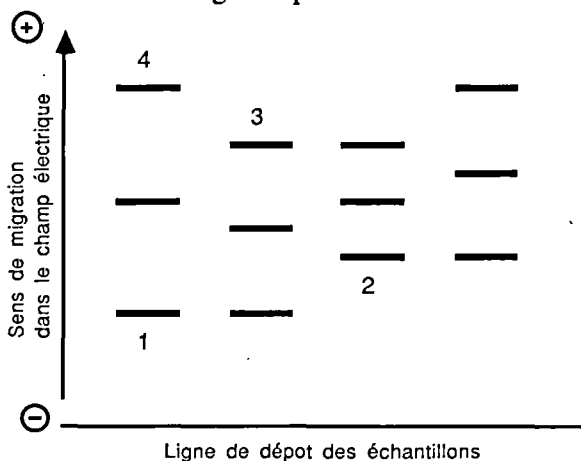


FIG. 2. — Exemple de résultats obtenus par électrophorèse d'enzyme en gel d'amidon. Ici les différentes figures obtenues pour le système Phospho Glucose Isomérase (PGI)

- 1 : forme lente de l'isozyme A
- 2 : forme rapide de l'isozyme A
- 3 : forme lente de l'isozyme B
- 4 : forme rapide de l'isozyme B

Les bandes intermédiaires résultent d'un mélange A + B

Chez un individu donné, les bandes obtenues sont cependant constantes pour un système étudié dans des conditions définies. Une variation dans le

niveau de migration des bandes d'un même système entre échantillons différents traduit donc une variabilité, un polymorphisme, du — ou des — gène(s) codant pour ce système. C'est-à-dire qu'un même gène existe sous plusieurs formes, dites alléliques, au sein de l'espèce étudiée.

La technique utilisée au laboratoire de génétique permet l'étude de 15 systèmes enzymatiques, ce qui représente une quarantaine de loci distincts (SECOND et TROUSLOT, 1980 ; de KOCHKO, 1983). Un locus est l'emplacement d'un gène sur un chromosome, plusieurs gènes codant pour des enzymes ayant la même activité, peuvent être situés en des endroits différents du génome.

Cent quatre vingt huit échantillons issus des différentes prospections réalisées en Côte d'Ivoire ont été analysés au moyen de cette technique. La variabilité montrée est très faible : sur 37 loci, seuls 6 se sont montrés polymorphes avec seulement 2 formes alléliques chacun.

En connaissant les fréquences alléliques, il est possible de calculer d'après NEI (1971), un indice de diversité génétique, l'hétérozygotie moyenne, donnée par la formule suivante :

$$H = \Sigma h/n$$

avec  $h$  = hétérozygotie à un locus

$\Sigma h$  = somme des hétérozygoties

$n$  = nombre de loci

$$h = 1 - \Sigma x^2$$

$\Sigma x^2$  = somme des carrés des fréquences allélique à un locus

Cette hétérozygotie moyenne est égale à  $H = 0,05$  pour les échantillons de Côte d'Ivoire, ce qui est très faible comparé à l'hétérozygotie moyenne de l'espèce *O. sativa* calculée sur un échantillon mondial qui est de l'ordre de 0,23 (SECOND, 1982).

D'après le niveau de stérilité pollinique observé dans les descendance de croisements faisant intervenir des lignées test (OKA, 1958) appartenant aux deux groupes qui constituent l'espèce *O. sativa* (Indica et Japonica), il est possible de définir certains allèles comme étant caractéristiques (ou ancestraux) de chacun des groupes, allèles appartenant aux lignées ayant le plus fort pourcentage de stérilité dans la première génération des croisements qui les impliquent (PAI *et al.*, 1975 ; NAKAGAHRA, 1978 ; GLAZSMANN, 1972 ; SECOND, 1984).

En fonction des allèles de chaque individu, il est donc possible de classer celui-ci dans l'un des deux groupes. Tous les échantillons de Côte d'Ivoire viennent se classer dans le groupe des Japonica. On trouve cependant peu de génotypes ne contenant que des allèles ancestraux Japonica, la très grande majorité contient en effet un mélange de ces allèles ancestraux avec toutefois une prédominance des allèles Japonica.

D'autre part, sur les 6 loci polymorphes, 64 ( $2^6$ ) combinaisons alléliques sont possibles or on ne trouve parmi les 188 échantillons que 25 combinaisons dont 10 ne sont représentées chacune que par un seul individu, alors que 70 % des individus ne présentent que 4 combinaisons différentes. Le test du Khi deux effectué sur la distribution de ces combinaisons, montre que celle-ci n'est pas aléatoire.

Les échantillons analysés couvrent à peu près toute la région où se pratique la riziculture traditionnelle, il reste bien entendu la possibilité de trouver de nouvelles combinaisons et de nouveaux loci polymorphes mais il est très probable que ceux-ci soient rares et ne soient représentés que par très peu d'individus.

## NATURE DU RISQUE

La très faible diversité génétique observée parmi les riz traditionnels de Côte d'Ivoire, associée à l'abandon de la culture d'*O. glaberrima*, signifie que le réservoir de potentialité génétique est très réduit.

Même si les génotypes rencontrés sont le résultat d'une sélection aux conditions particulières qui existent en Côte d'Ivoire, il n'empêche qu'en cas de changement des conditions climatiques ou d'une épidémie qui s'attaquerait à ces variétés traditionnelles, la possibilité adaptative et/ou de résistance que celles-ci possèdent se trouve limitée du fait que le stock génétique disponible est lui-même réduit.

Un exemple d'une telle catastrophe écolo-génétique a été donné avec le maïs aux États-Unis où dans les années 1970, alors que la majorité des surfaces cultivées avec cette céréale ne l'était qu'avec des lignées mâle-stériles cytoplasmiques contenant toutes le cytoplasme T. Une grave épidémie due au champignon *Helminthosporium maydis* race T s'est déclarée et s'est propagée à une allure foudroyante provoquant la perte d'une grande partie de la récolte nationale de maïs. On s'est aperçu depuis que le cytoplasme T, en même temps qu'il porte le facteur déterminant la stérilité mâle, entraîne une sensibilité à une toxine secrétée par le champignon et que cette sensibilité est également associée au même facteur cytoplasmique : l'ADN mitochondrial (FORDE et LEAVER, 1979).

Cet ADN, de petite taille comparativement à l'ADN nucléaire, code cependant pour certains polypeptides indispensables à la vie cellulaire (LEAVER *et al.*, 1982 ; LEAVER et GRAY, 1982 ; WEIHE et BORNER, 1984) ; il constitue donc au même titre que l'ADN des chromosomes un réservoir génétique qui peut intervenir dans l'adaptabilité à des stress environnementaux.

## ORIGINE DE LA FAIBLE DIVERSITÉ DES RIZ TRADITIONNELS EN CÔTE D'IVOIRE

On n'avancera ici que quelques explications basées sur des observations récentes.

*O. glaberrima*, l'espèce cultivée d'origine africaine, a très certainement été abandonnée par les paysans ivoiriens à cause de son faible rendement et de sa sensibilité à la pyriculariose, maladie d'origine fongique très répandue chez le riz.

On peut s'étonner cependant du fait que cette espèce se rencontre encore assez fréquemment en Guinée (BEZANÇON *et al.*, 1984), pays voisin de la Côte d'Ivoire. La Guinée forestière est, d'après PORTÈRES (1956), l'un des deux centres de diversification secondaire de cette espèce et c'est aussi dans la région de Man, frontalière à la Guinée, que l'on rencontre le plus fréquemment *O. glaberrima* en Côte d'Ivoire.

En ce qui concerne *O. sativa*, au vu de la situation rencontrée dans les pays voisins, on ne peut soutenir que la faible diversité rencontrée soit due à un petit nombre d'introductions, ce qui aurait eu pour effet de limiter la variabilité dès le départ. Par contre, la pratique d'un mode de riziculture unique, dans une zone écologiquement peu diversifiée, a sans doute exercé une pression de sélection en faveur de certains génotypes finalement assez peu nombreux et n'appartenant qu'à un seul groupe, celui des Japonica.

L'attachement des paysans à leurs variétés et à leur mode de culture, pour des raisons diverses ; goût, traditions, tabous. La réticence qu'ils montrent à l'égard de nouvelles introductions, empêchent le renouvellement et l'accroissement du stock génétique disponible.

De plus, le développement des déplacements a multiplié les échanges inter-régionaux ce qui a contribué à homogénéiser le réservoir génétique.

Bien que le riz (*O. sativa*) soit une plante autogame, il arrive que des pollinisations croisées spontanées aient lieu, ce qui conduit à un brassage des gènes et à l'apparition de nouveaux génotypes entraînant la grande diversité observée à l'échelle mondiale (SECOND, 1984). En Côte d'Ivoire, même si les croisements spontanés ont lieu, ceux-ci mettent en jeu des génotypes trop proches pour augmenter la variabilité globale.

La faible variabilité montrée par l'électrophorèse d'enzymes peut paraître contradictoire avec la profusion apparente de cultivars si l'on ne se base que sur la nomenclature vernaculaire elle-même souvent basée sur une classification empirique de certains caractères morphophysiologiques, aspect du grain (longueur, couleur, aristation), cycle de culture, tenue à la cuisson, goût... En fait une étude de la variabilité menée sur les caractères morphologiques des riz traditionnels africains (de KOCHKO, 1983) montre que ces variétés pluviales occupent une zone de variabilité très restreinte, et bien caractérisée par quelques caractères, à l'intérieur d'un groupe plus important englobant surtout des variétés de type Japonica. Un résultat comparable a été décrit par JACQUOT et ARNAUD (1979).

## CONCLUSION

La faible diversité génétique des riz traditionnels en Côte d'Ivoire constitue en soi un risque potentiel car représentant un réservoir d'adaptabilité restreint. Les changements écologiques connus par toute l'Afrique de l'Ouest ces dernières années — sécheresse, déforestation abusive, avancée du Sahel et du désert — entraîneront à plus ou moins court terme de profondes modifications dans la riziculture traditionnelle qui n'utilise que l'eau de pluie comme unique source d'irrigation et se pratique de manière itinérante sur brûlis en zone de forêt. Il est peu probable, au vu des résultats obtenus, que les variétés traditionnelles ivoiriennes, disposent d'un potentiel génétique suffisant pour s'adapter à ces nouvelles conditions.

La culture inondée, plus ou moins mécanisée, dans des champs aménagés et fixes, que le gouvernement ivoirien développe à travers tout le pays, pas seulement dans les régions traditionnellement rizicoles, constitue une des réponses au raccourcissement de la saison des pluies et au manque de terrains vierges ou en jachère depuis assez longtemps. Mais il s'avère nécessaire d'utiliser de nouvelles variétés, aux génotypes différents, mieux adaptées à ces conditions de cultures.

L'introduction de variétés sélectionnées ailleurs dans le monde, ne s'est pas montrée toujours convaincante. De plus, pour des raisons socio-économiques, la riziculture pluviale ne pourra être abandonnée avant longtemps. L'amélioration sur place de variétés, qui constitue l'un des programmes de l'ADRAO<sup>1</sup>, est dans cette perspective d'un avenir plus prometteur.

---

1. ADRAO : Association pour le Développement de la Riziculture en Afrique de l'Ouest. Monrovia, Liberia.

Il faut pour cela disposer d'un réservoir de gènes étendu, plus large que celui constitué par les seules variétés traditionnelles rencontrées en Côte d'Ivoire, susceptible de contenir non seulement les gènes pouvant assurer l'adaptabilité à plus ou moins court terme mais aussi pouvant assurer dès maintenant une augmentation du rendement ne serait-ce que pour des raisons démographiques.

On se rend compte alors de l'importance que constitue le programme de conservation des ressources génétiques mené par l'ORSTOM qui a rassemblé depuis une dizaine d'année plus de 4 000 numéros de prospection représentant plusieurs centaines de géotypes au sein desquels il est possible de trouver, soit directement soit d'associer par croisement, les caractères les mieux adaptés à de nouvelles conditions dans tel ou tel pays.

Ces caractères ne se rencontreront pas seulement dans l'espèce *O. sativa*, il serait dangereux de voir disparaître l'espèce cultivée africaine *O. glaberrima*, son ancêtre sauvage *O. breviligulata* et l'espèce allogame et pérenne *O. longistaminata* qui constituent un réservoir beaucoup plus important de potentialités génétiques.

Le Laboratoire de Génétique d'Adiopodoumé se préoccupe également de la collecte, de la conservation et de l'évaluation de ces dernières espèces.

#### REMERCIEMENTS

L'auteur remercie vivement M. G. BEZANÇON pour la lecture critique du manuscrit. Il exprime aussi sa plus vive reconnaissance à MM. BOKA, LAGOU et GUELA BLEDY pour leur collaboration technique dans la réalisation de ce travail.

#### BIBLIOGRAPHIE

- BEZANÇON (G.) 1982. — Synthèse sur les prospections des riz réalisées en Afrique par l'ORSTOM et l'IRAT. Paris 1-3 Septembre 1982.
- BEZANÇON (G.), DE KOCHKO (A.) et KOFFI (G.) 1984. — Cultivated and wild species of rice collected in Guinea. *Plant Genet. Res. Newsl.* 57 : 43-46.
- FORDE (B. G.) et LEAVER (C. J.) 1979. — Mitochondrial genome expression in maize : Possible involvement of variant mitochondrial polypeptides in cytoplasmic male sterility. In *The Plant Genome* (ed. D. R. Davies and D. A. Hopwood), p. 131. John Innes Charity, Norwich, England.
- GLAZSMANN (J. C.) 1982. — Variabilité enzymatique du riz (*Oryza sativa* L.) son importance pour la compréhension de la structure écogéographique de l'espèce. Thèse de Docteur Ingénieur, Paris Grignon 128 p.
- JACQUOT (M.) et ARNAUD (M.) 1979. — Classification numérique de variétés de riz. *Agron. Trop.* 34 (2) : 157-173
- DE KOCHKO (A.) 1983. — Rapport d'élève. *Rap. multig.*, ORSTOM Adiopodoumé, 103 p.
- LEAVER (C. J.), Forde (B. G.), Dixon (L. K.) et Fox (T. D.) 1982. — Mitochondrial genes and cytoplasmically inherited variation in higher plants. In *The Mitochondrial Genes* (ed. P. P. Slonimski, P. Borst and G. Attardi), p. 457, Cold Spring Harbor Laboratory, New-York, USA.
- LEAVER (C. J.) et GRAY (M. W.) 1982. — Mitochondrial genome organization and expression in higher plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 33 : 373-402.
- NAKAGAHRA (M.) 1978. — The differentiation, classification and center of genetic diversity of cultivated rice (*Oryza sativa* L.) by isozyme analysis. *Trop. Agri. Res. Series* 11. Japon.
- NEI (M.) 1971. — Identity of genes and genetic distance between population. *Genetics* 68, s47.
- OKA (H. I.) 1958. — Varietal variation and classification of cultivated rice. *Ind. J. Genet. and Pl. Bred.* 18 : 78-89.
- PAI (C.), ENDO (T.) et OKA H. (1975). — Genic analysis for acid phosphatase isozymes in *Oryza perennis* and *O. sativa*. *Can J. Genet. Cytol.* 14 : 637-650.



- PORTERES (R.) 1956. — Taxonomie agro-botanique des riz cultivés *O. sativa* Linn. et *O. glaberrima* Steud. *J.A.T.B.A* 3, 7 (12) : 341-856.
- SECOND (G.) 1982. — Origin of the genetic diversity of cultivated rice (*Oriza* sp.) : Study of the polymorphism scored at 40 isozymes loci. *Jpn. J. Genet*, 57 : 25-57.
- SECOND (G.) 1984. — Relations évolutives chez le genre *Oryza* et processus de domestication des riz. Thèse de Docteur d'État, Université Paris-Sud 171 p.
- SECOND (G.) et TROUSLOT (P.) 1980. — Electrophorèse d'enzymes de riz. *Trav. et Doc. ORSTOM* n° 120, 88 p.
- WEIHE (A.) et BORNEAT (T.) 1984. — The mitochondrial genome of higer plants. *Proc. India Acad. Sci.* 93 : 305-316.

# Le risque chez une plante fourragère tropicale (*Panicum maximum* Jacq.) reproduite par apomixie facultative

Michel NOIROT \*

*Panicum maximum* ou « herbe de Guinée » est, dans les pays tropicaux, une plante fourragère bien connue des éleveurs. Cette graminée est caractérisée par la coexistence sur une même inflorescence de deux modes de reproduction : l'apomixie et la sexualité (WARMKE H. E., 1954 ; SAVIDAN Y., 1982). Le premier processus donne par parthénogenèse un embryon génétiquement identique à la plante-mère : il s'agit là d'une multiplication clonale par graines. Le deuxième processus conduit, par recombinaison génétique, à des souches différentes de la plante-mère. La participation relative de ces deux modes de reproduction dépend du génotype, mais aussi du milieu (SAVIDAN Y., *op. cit.*). Néanmoins, chez la plupart des variétés, la sexualité ne touche que 2 à 7 % des sacs embryonnaires (COMBES D., 1975 ; SAVIDAN Y., *op. cit.*). Sur le terrain, le nombre de plants différents de la souche maternelle est encore moindre. De ce fait, une variété est essentiellement constituée du même génotype.

Sélectionneurs, multiplicateurs de semences et utilisateurs ont pour les mêmes raisons — le rendement — tendance à n'employer qu'un nombre limité de variétés, les meilleures. Ceci aboutit rapidement à l'échelle d'un pays à une homogénéisation génétique. Chez une plante apomictique l'homogénéité devient prépondérante. Y-a-t-il alors possibilité d'adaptation à un macrochangement des conditions extérieures (apparition d'une nouvelle maladie par exemple) ?

Pour répondre à cette question, il apparaît nécessaire de comprendre comment cette espèce a su se maintenir et se diversifier dans des conditions aussi variables que celles qui régissent les écosystèmes tropicaux. En d'autres termes, quelle stratégie a-t-elle adoptée dans la nature ? Cette vision permettra de cerner l'attitude que le sélectionneur et l'utilisateur doivent prendre afin de minimiser les risques lors de l'exploitation agronomique.

## 1. LE POLYMORPHISME NATUREL ET LA STRATÉGIE MULTIRISQUE

*Panicum maximum* et les espèces affines (*P. infestum* et *P. trichocladum*) présentent une stratégie à réponses multiples vis-à-vis des fluctuations du

---

\* Généticien ORSTOM, Centre ORSTOM, BP 5045, 34012 Montpellier cedex.

milieu extérieur. Trois niveaux de réponses coexistent permettant une adaptation modulée selon l'agressivité des changements survenus.

La première réponse concerne la survie individuelle et assure la pérennité d'une population monomorphe. Elle associe l'homogénéité phénotypique à une grande richesse allélique. En effet, les souches apomictiques présentent la particularité d'être polyploïdes, le plus souvent tétraploïdes. Chez ces derniers, chaque chromosome existe à quatre exemplaires. À un site donné appelé gène (ou locus), on aura la possibilité de rencontrer quatre fois la même information : les allèles sont identiques et le gène est alors à l'état homozygote. Ces allèles peuvent aussi ne pas contenir tout à fait la même information : le gène est alors à l'état hétérozygote. Ainsi, le nombre d'allèles différents à un locus peut être de quatre chez un autotétraploïde, ce qui se traduit lors de la synthèse par quatre brins différents de protéine. Chez une protéine monomère (formée d'un seul brin), une telle richesse allélique conduit à 4 formes légèrement différentes ou isozymes. Chez une protéine dimère (formée de 2 brins), elle aboutit à 10 isozymes. Chez le diploïde, on aurait respectivement 2 et 3 isozymes. Quel est alors l'avantage découlant de la présence d'un grand nombre d'isozymes ? Si le fonctionnement de chaque isozyme est optimal dans un milieu différent, on conçoit aisément que des plantes possédant un grand nombre d'isozymes auront une probabilité plus grande d'adaptation à un changement de milieu. Ainsi, polyploidie et hétérozygotie associées concourent en augmentant la richesse allélique à diversifier les réponses adaptatives. Chez *P. maximum*, l'homogénéité des variétés est en fait compensée par un grand polymorphisme enzymatique interne (NOIROT M., non publié). Des relations entre ce type de polymorphisme et la signification écologique ont été mises en évidence récemment chez le dactyle (LUMARET R., 1984) et montrent l'avantage sélectif des polyploïdes lorsque les conditions du milieu ne sont pas stables.

La deuxième stratégie adaptative de *P. maximum* utilise la seule possibilité d'évolution génétique d'une population monomorphe : le taux de sexualité résiduel. Cette action n'est pas négligeable comme l'ont montré PERNES et COMBES (1970) pour les populations naturelles de Côte d'Ivoire. À l'intérieur d'un même phénotype, ils ont constaté des microvariations dans la pilosité et la précocité en relation avec un gradient géographique nord-sud. Cette évolution assure à long terme une meilleure adéquation aux conditions locales de sécheresse et de pluviométrie.

La dernière voie régénère le polymorphisme et assure la survie de l'espèce lors des macrochangements du milieu. PERNES et COMBES (1970) ont découvert lors de prospections au Kenya et en Tanzanie l'existence de plantes diploïdes et entièrement sexuées. Fécondées par du pollen provenant d'une plante tétraploïde apomictique, elles donnent sporadiquement des plantes hybrides, souvent tétraploïdes : c'est le processus de tétraploïdisation récurrente. Ces hybrides sont soit entièrement sexués, soit apomictiques facultatifs (SAVIDAN Y. et PERNES J., 1982). De telles descendances sont très polymorphes et aboutissent à des populations d'où la sexualité disparaît (PERNES J., *op. cit.*). L'haploïdisation spontanée (diminution de moitié du nombre de chromosomes) transfère la diversité allélique acquise au niveau tétraploïde vers le niveau diploïde (SAVIDAN Y., et PERNES J., *op. cit.*). Ainsi la boucle est bouclée et assure un renouvellement perpétuel de variabilité, source d'adaptabilité.

## 2. SÉLECTION VARIÉTALE ET RISQUES AGRONOMIQUES

Cette stratégie multirisque doit être poursuivie lors de la sélection. C'est ainsi que PERNES et COMBES ont eu pour premier objectif la création d'une collection représentative de la variabilité naturelle. Elle renferme actuellement 432 clones apomictiques originaires d'Afrique de l'Est pour la plupart et 20 souches sexuées diploïdes. Basée en Côte d'Ivoire, cette collection vivante constitue un réservoir génétique d'une importance considérable. L'ensemble des apomictiques est en soi une population polymorphe au sein de laquelle émergent les meilleurs clones adaptés aux exigences locales du sélectionneur et du milieu. Cet aspect a conduit à la diffusion de la collection à travers le monde (Sénégal, Brésil, Colombie, etc...). Mais c'est essentiellement la présence de diploïdes sexués qui lui confère son importance. La polyploïdisation artificielle par la colchicine remplace la tétraploïdisation récurrente naturelle et fournit des tétraploïdes sexués. L'hybridation par un apomictique donne des descendances très polymorphes (CHAUME R., 1985 ; NOIROT M. *et al.*, 1986 a) formées à 50 % d'apomictiques (SAVIDAN Y., *op cit.*). Le sélectionneur y retient les meilleurs hybrides qui constituent les variétés vulgarisées.

Ce dernier est souvent tenté de vulgariser la meilleure variété. Dans le cas d'une plante apomictique, cela aboutit à une homogénéité culturale trop importante. Bien que la richesse enzymatique interne corrige en partie cette absence de variabilité, elle est insuffisante pour assumer tous les risques. L'apparition d'une nouvelle maladie particulièrement agressive est susceptible dans ce cas d'aboutir à la disparition pure et simple de la culture avec les conséquences tragiques que cela peut avoir au niveau de l'éleveur et du pays.

Sans aller jusqu'à ce cas extrême, il est un exemple qui montre combien la diversité variétale doit être maintenue : il s'agit de la production grainière. Les travaux effectués en Côte d'Ivoire (NOIROT *et al.*, 1986b) ont montré que le rendement semencier d'une variété apomictique dépend de son intensité d'épiaison et de la date de la récolte. Celle-ci doit avoir lieu impérativement 10 jours après le pic maximum de floraison. Un écart d'une semaine entraîne une baisse de rendement de 50 %. Le risque climatique intervient en premier lieu sur l'intensité d'épiaison : les productions semencières des variétés C1 et T 58 lors des années 1983 et 1984 à Bouaké sont à ce titre illustratives. La première année est caractérisée par une saison des pluies déficitaire et s'oppose à la seconde. La variété T 58 a donné ses meilleurs rendements en 1984 (450-500 kg/ha contre 350 kg/ha en 1983). A l'inverse, la variété C1 semble favorisée par les années sèches (80 kg/ha en 1984 contre 350 kg/ha en 1983). Le risque climatique intervient aussi avec la date d'intervention. Nous avons vu la montaison de la variété T 58, assez tardive, stoppée par l'arrivée trop précoce de l'Harmattan (vent sec) en 1984 au Sénégal et en 1983 à Bouaké. De même, un orage à la date optimale de récolte peut tout réduire à néant. Ces quelques exemples montrent combien le sélectionneur doit se garder de ne vulgariser que la meilleure variété.

## 3. CONCLUSIONS

*Panicum maximum* est un exemple d'équilibre naturel entre variabilité et homogénéité selon le niveau d'organisation où l'on se place : individu, variété,

ensemble de variétés. La présence de deux modes de reproduction, l'apomixie et la sexualité, en relation avec des niveaux de ploïdie différents constitue une stratégie multirisque naturelle. Grâce à elle, l'espèce s'est adaptée à la diversité des écosystèmes tropicaux. Le sélectionneur ne doit pas perdre de vue cette évidence. Il doit chercher à maintenir cet équilibre au sein de son programme de sélection, premièrement en conservant avec le minimum de dérive la variabilité naturelle au sein d'une collection, et deuxièmement en prenant soin de vulgariser une gamme de variétés aux origines et comportements différents.

## BIBLIOGRAPHIE

- CHAUME (R.), 1985. — Organisation de la variabilité génétique du complexe agamique *Panicum maximum* en vue de son utilisation en amélioration des plantes, *Trav. et Doc. ORSTOM*, n° 184, Paris.
- COMBES (D.), 1975. — Polymorphisme et modes de reproduction dans la section des *Maximae* du genre *Panicum* (Graminées) en Afrique, *Trav. et Doc. ORSTOM*, n° 77, Paris.
- COMBES (D.) et PERNES (J.), 1970. — Variations dans les nombres chromosomiques du *Panicum maximum* Jacq. en relation avec le mode de reproduction, *C.R.Acad. Sci.*, n° 270 : 782-785.
- LUMARET (R.), 1984. — The role of polyploidy in the adaptive significance of polymorphism at the GOT 1 Locus in the *Dactylis glomerata* complex, *Heredity* : 153-169.
- NOIROT (M.), PERNES (J.), CHAUME (R.) et RENE (J.), 1986a. — Amélioration de la production fourragère en Côte d'Ivoire par l'obtention de nouvelles variétés de *Panicum maximum* Jacq., *Fourrages*, n° 105 : 63-75.
- NOIROT (M.), MESSAGER (J. L.), DUBOS (B.), MIQUEL (M.) et LAVOREL (O.), 1986b. — La production grainière des nouvelles variétés de *Panicum maximum* Jacq. sélectionnées en Côte d'Ivoire. *Fourrages*, n° 106 : 11-18.
- PERNES (J.), 1975. — Organisation évolutive d'un groupe agamique : la section des *Maximae* du genre *Panicum* (Graminées), *Mém. ORSTOM*, n° 75, Paris.
- PERNES (J.) et COMBES (D.), 1970. — Incidence des systèmes de multiplication sur la répartition et la variabilité phénotypique du *Panicum maximum* Jacq. en Côte d'Ivoire, *Cah. ORSTOM, sér. Biol.*, 14 : 13-34.
- SAVIDAN (Y.), 1982. — Nature et hérédité de l'apomixie chez *Panicum maximum* Jacq., *Trav. et Doc. ORSTOM*, n° 153, Paris.
- SAVIDAN (Y.), et PERNES (J.), 1982. — Diploïd-tetraploïd-dihaploïd cycles and the evolution of *Panicum maximum* Jacq., *Evolution*, n° 36 (3) : 596-600.
- WARMKE (H. E.), 1954. — Apomixis in *Panicum maximum*., *Am. J. Bot.*, n° 41 : 5-11.

# **Dégradation saline des sols, induite par l'irrigation en domaine sahélien**

Jean-Yves LOYER \*

Dans la plupart des pays en voie de développement, la pression démographique soutenue se traduit par des besoins nutritionnels et en qualité de vie toujours croissants que les cultures pluviales ne peuvent hélas plus toujours satisfaire. Les pays africains de la bande sahélienne subissent en particulier un épisode de sécheresse qui dure maintenant depuis 18 années, et soumet les cultures à des rendements aléatoires et nettement insuffisants éprouvant aujourd'hui durement les populations. Afin de compenser le manque à produire créé par cet état de faits, une première solution a consisté à augmenter les superficies emblavées par la mise en culture de terres neuves régulièrement défrichées, ou bien à tenter d'accroître les rendements des terres déjà cultivées, par la fertilisation. Cette tendance a d'ailleurs parfois engendré un déséquilibre de ces régions fragiles, agressées par une désertification galopante qui a déjà suscité de nombreux cris d'alarme concernant les risques de ces pratiques sur la dégradation physique du milieu par érosion hydrique ou éolienne, et aussi chimique par épuisement de la fertilité des sols.

Une autre manière de répondre à cette demande alimentaire peut aussi être satisfaite par le recours à l'irrigation. C'est vers cette alternative que, confrontés à une situation coercitive, de nombreux pays se sont récemment tournés, par le biais de projets d'aménagements hydro-agricoles parfois ambitieux, et qui sont réalisés à partir de leurs eaux fluviales ou lacustres ou même de leurs réserves en eaux souterraines. Il est important de souligner que cette pratique, pour séduisante qu'elle soit, n'en demeure pas moins délicate à conduire, exigeant de la maîtrise et de la technicité, et non sans risque pour la conservation du milieu, en particulier sous les climats sahéliens chauds et secs qui créent des situations plus délicates que dans d'autres régions du globe.

## **EVOLUTION RÉCENTE ET SITUATION ACTUELLE DE L'IRRIGATION**

Selon des évaluations récentes (J. S. KANWAR, 1982), on estime aujourd'hui que 230 à 240 millions d'hectares de terres sont soumises à l'irrigation sur la planète et qu'elles atteindraient dans un proche avenir 400 ou même 500

---

\* Pédologue ORSTOM, Centre ORSTOM, BP 5045, 34032 Montpellier cedex.

millions d'hectares. C'est là une évolution inéluctable qui correspond à une des options majeures de la politique agricole de nombreux pays souvent planifiée d'ici à l'an 2 000. Cette orientation qui passe par la maîtrise de l'eau, se traduit sur tous les continents par des projets d'aménagements hydrauliques à vocations multiples, mais comportant le plus souvent un important volet hydro-agricole.

Au Pakistan, le bassin de l'Indus avec le barrage de Tarbela, en Égypte celui du Nil avec l'énorme retenue d'Assouan (157 milliards de m<sup>3</sup>), en Syrie celui de l'Euphrate avec Tabqa, au Mexique la bassin-versant du Rio Grande, et beaucoup d'autres (Gange, Mékong, Tigre, Yangtze...), sont parmi les aménagements les plus gigantesques réalisés, mais qui n'ont pas toujours connu la réussite escomptée.

L'Afrique n'est pas en reste dans cette course à la maîtrise de l'eau. En zone méditerranéenne, beaucoup d'aménagements sont déjà fonctionnels, de moindre envergure certes que les précédents, mais importants par le nombre et la diversité des ouvrages. Citons seulement à titre d'exemple récent, le bassin de la Medjerdah en Tunisie, dont le cours est déjà maîtrisé par plusieurs ouvrages, avec dernier en date, le canal Medjerdah-Cap Bon, qui véhicule sur 120 km quelques 1 390 000 m<sup>3</sup> d'eau par jour dont 400 000 sont destinés à l'irrigation.

Dans la bande sahélienne africaine, la sécheresse a rendu prioritaire la résolution des problèmes liés aux aménagements hydrauliques et pour compléter, dans la zone des 500 mm pluviométriques et moins, les cultures pluviales hasardeuses, on mobilisera dans un avenir proche, plusieurs milliards de m<sup>3</sup> d'eau, sur des centaines de milliers d'hectares de terres. Ceci est possible grâce aux énormes potentialités des grands fleuves sahéliens issus des châteaux d'eau guinéens, et aussi grâce à la présence d'immenses espaces de sols au modelé doux constitués par les zones deltaïques et les plaines intérieures :

— Sur le fleuve Sénégal, le projet OMVS, (Office de Mise en Valeur du fleuve Sénégal), après la mise en service imminente des barrages de Diama et Manantali, devrait permettre d'irriguer à terme plus de 400 000 hectares de terres répartis entre trois pays riverains, Sénégal, Mauritanie et Mali. Des dépressions souvent endoréiques pourraient également être mises en eau (lac Rkiz, Tamount en Naaj, Aftout es-Sahel, côté mauritanien ; Vallée du Ferlo côté sénégalais, et Niayes par le canal du Cayor qui pourrait faire transiter 1 500 000 m<sup>3</sup> d'eau par jour depuis le fleuve jusqu'à Dakar).

— Sur le fleuve Gambie, le projet OMVG (Office de Mise en Valeur du Fleuve Gambie), après la construction de trois barrages dont un anti-sel, verra la mise en riziculture de quelques 150 000 hectares, dont une partie de terres de mangroves.

— Sur le bassin du Niger, le Mali envisage de porter son programme à 200 000 hectares en submersion contrôlée après régularisation des débits grâce à la réalisation d'un barrage sur le Bani. Au Burkina-Faso, l'aménagement des vallées des Volta devrait permettre de passer de 10 000 à 150 000 hectares irrigués ici à l'an 2 000. Sur le bassin du Chari, d'importants projets d'aménagement des polders du lac Tchad se mettent progressivement en place.

L'Afrique sahélienne pourrait donc disposer d'une superficie de près de un million d'hectares de terres irriguées ou susceptibles de l'être dans un proche avenir, grâce à une capacité en eaux de surface, plus rarement souterraines, généralement satisfaite avec une forte probabilité. Il faut toutefois savoir que plusieurs épisodes de sécheresse successifs peuvent altérer sensiblement le débit

de ces grands fleuves africains : le fleuve Sénégal par exemple, en régime d'abondance avant 1903, avait des écoulements dépassant les 20 milliards de m<sup>3</sup> par an ; aujourd'hui, ils sont de moitié inférieurs et sont même tombés à 7 milliards en 1983-84 ; le fleuve Niger pour sa part a cessé de couler à Niamey en 1984...

## ÉVALUATION DES NOUVEAUX RISQUES INDUITS PAR CETTE PRATIQUE

Ce type de mise en valeur intensive comporte déjà en soi certains risques naturels inhérents aux caractéristiques mêmes des sols susceptibles d'être irrigués : les sols salés ou alcalisés, les Vertisols, les sols sulfatés acides, les sols sableux, les sols organiques, fréquemment représentés dans les zones alluviales, posent au départ un certain nombre de problèmes liés à leurs contraintes chimiques (salure, alcalinité, acidité, toxicité), ou physiques (compacité, perméabilité), (G. AUBERT, 1985). Concernant la contrainte de salure par exemple, et selon BECK *et al.*, (1980), 323 millions d'hectares de sols seraient affectés à des degrés divers par les sels sur la planète.

Mais secondairement, sous l'effet de mauvaises pratiques liées à la conduite des irrigations, des dégradations pernicieuses et néanmoins importantes et parfois irréversibles, peuvent aussi intervenir sur des sols sains. Au monde, les exemples de ce type sont nombreux et KODVA (1974) a estimé que 20 à 25 millions d'hectares de terres auraient déjà été perdus par une salinisation ou une alcalisation secondaire induite par l'homme, due principalement à une absence de drainage, et ce, à un rythme de 120 000 hectares par an (Nations-Unies — 1977). Les terres lourdes des plaines de l'Inde dont près de 7 millions d'hectares auraient été rendus stériles par l'effet du sodium (KANWAR, 1982), en sont un exemple, comme celles du bassin du Rio Grande dont les eaux qui se concentrent graduellement de l'amont vers l'aval, de 0,2 à 1,7 g de sel par litre, contribuent à la salinisation de plusieurs centaines de milliers d'hectares de terres productives au Mexique.

Sur le continent africain, si les régions méditerranéennes, soumises à des hivers frais et relativement humides, sont moins affectées par la sécheresse et moins sensibles aux phénomènes évaporatoires, les régions sahéennes par contre, subissent après les courtes pluies d'été, une longue saison chaude et sèche de 8 à 9 et même 10 mois, à demande évaporatoire intense (de l'ordre de 7 mm par jour), amplifiée par le déficit pluviométrique. Celle-ci favorise la concentration des sels solubles dans les retenues d'eaux de surface peu profondes, et aussi, dans les sols, par remontées capillaires. Cette tendance naturelle, si elle n'est pas prise en compte, maîtrisée et suivie sous irrigation, peut provoquer, à court terme, dans certains milieux sensibles, une dégradation des terres entraînant des chutes de rendements agricoles ; elle peut aussi aboutir à plus longue échéance à la stérilisation et à l'abandon de certains périmètres de culture. Le gigantesque barrage d'Assouan par exemple n'a pas connu toute la réussite escomptée dans les domaines de la production et de la conservation de la fertilité des terres de la vallée du Nil... Sans entrer dans la polémique des petits ou des grands aménagements, et sur la seule analyse technique des risques de dégradation que pourrait entraîner une pratique maladroite de l'irrigation, deux exemples permettront d'illustrer ces risques en domaine sahéen côtier : l'un par utilisation d'eaux de surface de bonne qualité sur des sols salés, l'autre par utilisation d'eaux souterraines saumâtres, sur des sols sains.



LE CAS DE LA BASSE VALLÉE DU FLEUVE SÉNÉGAL (fig. 1 a)

Ce vaste bassin versant de près de 300 000 km<sup>2</sup>, arrosé à partir du Fouta Djalon guinéen, aboutit à la mer au travers de la vaste plaine deltaïque sénégal-mauritanienne de 7 500 km<sup>2</sup> environ, en aval de Podor. Cet ensemble fluvio-marin à très faible relief a de tous temps attiré les utilisateurs à des fins agricoles et divers types d'interventions se sont succédés sur la vallée depuis les cultures de décrue traditionnelles jusqu'aux grands périmètres endigués et aménagés par les sociétés régionales de développement ; ils n'ont pas eu le même impact sur le milieu naturel.

Aujourd'hui, l'ampleur des projets hydro-agricoles envisagés et les moyens techniques mis en œuvre pour leur réalisation amènent à examiner de près les effets que pourrait induire, à plus ou moins longue échéance, une telle intensification. Le vaste complexe hydro-agricole, qui est en voie d'édification sur le fleuve, sera totalement opérationnel en 1988 après la fermeture du barrage réservoir de Manantali situé très en amont au Mali, qui succèdera à celui de Diama, situé très en aval non loin de l'embouchure. À terme, ce projet

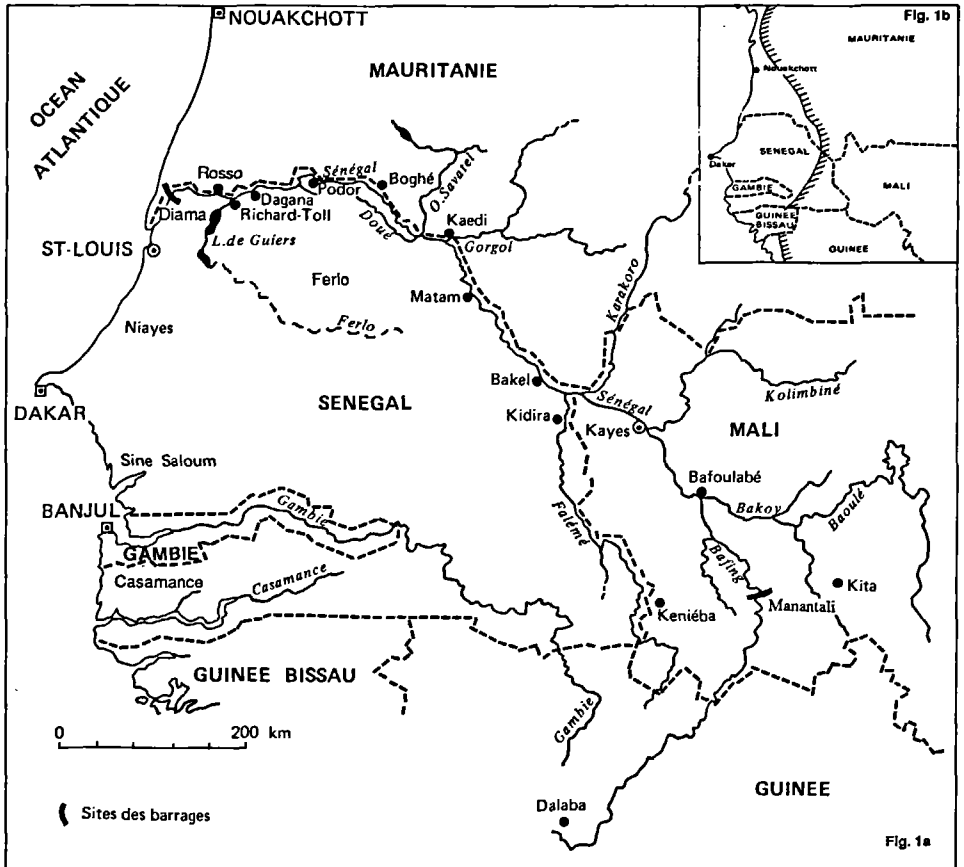


FIG. 1 a. — Le bassin du Fleuve Sénégal

FIG. 1 b. — Limite est du bassin sédimentaire sénégal-mauritanien (M. AUDIBERT, 1966)

à double barrage devrait permettre la mise en eau de 475 000 hectares de terres, dont 240 000 au Sénégal, 126 000 en Mauritanie et 9 000 au Mali.

Plusieurs facteurs de risques naturels existent dans ce contexte physique :

— L'existence d'une salure primaire d'origine fossile et de nature chlorurée sodique et magnésienne, apportée par d'anciennes invasions marines à la faveur d'un golfe aujourd'hui comblé par les alluvions du fleuve. Elle affecte les sols et les eaux de nappe du Delta, mais aussi plus en amont ceux de la basse vallée au-delà de Podor, à 250 km de l'embouchure. Dans le Delta, la majorité des sols sont touchés par ce phénomène de salure, et vers l'amont, ce sont les terres hautes de levées alluviales qui sont les plus salées, les cuvettes de décantation argileuses étant elles, souvent dessalées par les inondations lors de la crue du fleuve.

— Au niveau des eaux de surface du fleuve lui-même, une invasion marine actuelle par le lit mineur et les défluent qui, en période d'étiage, du fait de la pente longitudinale infime du bassin (0,005 % sur les 400 km inférieurs du cours), remontait très loin en amont, se faisant sentir à une salinité de 1 g/l, jusqu'à près de 250 km de l'embouchure (241 km en 1982, KANE, 1985). Cette intrusion d'eaux saumâtres qui empêchait toute irrigation, une partie de l'année, a dans un premier temps été partiellement maîtrisée par endiguement du lit mineur et fermeture des défluent qui ont ainsi constitué des réserves d'eau douce ; elle l'a aussi été temporairement par la construction précipitée, pour prévenir un déficit hydrique dramatique, au niveau de l'irrigation d'un périmètre sucrier et de l'alimentation de Dakar, d'un « bouchon-barrage » anti-sel à 115 km de l'embouchure pendant les périodes d'étiage 1983 et 1984 ; aujourd'hui, après la fermeture du barrage anti-sel de Diama intervenue en novembre 1985, elle l'est totalement malgré quelques aléas (absence d'endiguement côté mauritanien, obligation de laisser pénétrer l'eau de mer en Juillet 1986 pour équilibrer les niveaux).

Dans ce nouveau contexte, les interventions agricoles iront en s'intensifiant avec possibilité de mise en eau de tous les sols du Delta, pratique de la double culture annuelle en riziculture ou polycultures maraîchères, et possibilité d'extension de la canne à sucre. Du fait de cette fermeture par contre, la salure originelle, qui se trouve aujourd'hui piégée dans les sols et dans les nappes en amont de la retenue, évoluera et il paraît important de cerner les risques induits par cette situation nouvelle :

— Le rehaussement général du plan d'eau et du réseau d'irrigation par la construction de « canaux portés » surélevés sur des digues, et alimentés par de puissantes stations de pompage, a déjà permis et accentuera la mise en eau des terres hautes des levées alluviales où sont piégés les sels chlorurés originels, qui seront remis en mouvement et redistribués dans le paysage du fait de leur forte solubilité.

— La pratique de la riziculture par submersion permanente et apport de 10 à 12 000 m<sup>3</sup> d'eau à l'hectare sur ces terres, permet la redissolution de ces sels qui vont contaminer la nappe phréatique et rehausser en même temps son niveau piézométrique. Cette recharge artificielle fait que dans tout le Delta actuellement, une nappe peu profonde (inférieure à 2 m), soumise à un flux latéral, circule dans les alluvions. Cette nappe salée, atteignant par endroits deux fois la salinité de l'eau de mer, à indice de sodicité élevé (70 g/litre, SAR, « Sodium Absorption Ratio » de 10 à 50), provoque sous riziculture, une alcalisation remontante dans les sols avec une dégradation sensible de leurs

propriétés physico-chimiques due à la présence du Sodium (élévation sensible du pH jusqu'à 9,6, et diminution de la macroporosité des sols avec baisse de perméabilité) (LE BRUSQ, LOYER, 1982 ; ZANTE, LOYER, 1984).

— En contre saison rizicole, ou bien sous irrigation intermittente à la raie, cette nappe est le point de départ de mouvements verticaux de sels par ascension capillaire et concentration à la surface du sol. En cultures billonnées, sur sols légers de levées alluviales, l'ion chlorure très mobile, se concentre au sommet des billons qui jouent le rôle de mèche évaporatoire, les affectant de taux de chlorures très élevés, pouvant atteindre 35 g Cl/litre de solution sur extrait saturé, et bien supérieurs au seuil de tolérance des plantes cultivées (tomate en particulier). Par ailleurs, l'utilisation en polycultures d'engrais potassique sous forme de KCl (Sylvinite), à forte dose (250 kg/ha), moins onéreux que le sulfate mais à indice de salinité plus élevé, provoque une toxicité chlorurée qui interfère avec la salinité naturelle.

— Il est aussi à craindre que l'eau d'irrigation elle-même, actuellement de bonne qualité (60 à 80 mg/l de charge soluble en période de crue, et faible sodicité), ne voie sa concentration augmenter sensiblement de l'amont vers l'aval sous l'effet de l'évaporation d'un plan d'eau de 250 km<sup>2</sup>, mais surtout des nombreux rejets qui seront opérés dans la retenue depuis Manantali jusqu'à Diama. Les exemples du Colorado, du Rio Grande ou de l'Euphrate sont instructifs à cet égard. Il faut enfin savoir que la multiplication des cycles rizicoles, avec deux campagnes annuelles, apportera à terme une quantité non négligeable de sel (aujourd'hui 600 à 800 kg/ha pour un seul cycle rizicole avec 10 000 m<sup>3</sup> d'eau) dont une bonne partie peut être retenue par le sol.

Cette salure d'origine naturelle ou agronomique, ainsi que cette alcalisation, provoquent déjà des chutes de rendements et des mortalités dans les cultures ; à terme, elles peuvent affecter gravement la potentialité agricole des sols eux-mêmes dont certains ont déjà des rendements cultureux nettement insuffisants (inférieurs à 500 kg/ha de riz paddy). Or, dans ces zones estuariennes à pente infime, ces contraintes sont difficiles à maîtriser car aucun drainage naturel n'est possible ; d'ailleurs, tous les projets hydro-agricoles mis en place dans la vallée (excepté une partie de l'exploitation sucrière), ont fait l'impasse sur le drainage souterrain pour des raisons économiques. Seule est pratiquée une évacuation à ciel ouvert par drains de colature des eaux en excès. Actuellement, celles-ci sont rejetées soit directement dans le fleuve lui-même, certaines stations ayant la double fonction de pompage et d'exhaure, soit dans les défluent qui se salent progressivement (lac de Guiers), soit aux limites mêmes des périmètres de culture où leurs sels sont recyclés par le jeu de divers mécanismes (eaux, vent).

Il existe néanmoins des possibilités de contrôle ou de limitation de ces risques de salinisation secondaire et les deux expériences de dessalement menées sur ces terres l'ont prouvé : l'une conduite avec drainage souterrain (MUTSAARS, 1970-1973), l'autre avec seulement des drains de colature ouverts (LE BRUSQ — LOYER, 1982-1984) ont en effet montré que le dessalement des sols même très salés, même très argileux, était possible en un à deux ans selon les conditions ; le problème actuel qui se pose étant la maîtrise du niveau et de la qualité des eaux de nappe.

Il resterait donc à assurer, de façon efficace par un émissaire naturel (ancien défluent) ou artificiel (grand canal de drainage), l'évacuation de ces eaux chargées jusqu'à la mer, d'autant plus nécessaire que l'ensemble du système fonctionnera désormais en circuit partiellement fermé, à fort pouvoir évaporant et à risques de chloruration et de sodisation élevés.

## LE CAS DES EAUX DE LA NAPPE PROFONDE SÉNÉGALO-MAURITANIENNE (fig. 1 b)

Comparées aux eaux de surface, les eaux souterraines dont disposent certains pays du Sahel sont loin d'atteindre la même importance en volume. Mais elles sont généralement bien réparties et très diversifiées tant sur le plan quantitatif que sur celui de leur qualité en fonction de la dimension du réservoir, de ses possibilités de recharge actuelle, et de sa nature ; et si elles font, le plus souvent, l'objet d'une exploitation prioritaire pour les besoins vitaux des populations et du bétail, elles sont en outre fréquemment utilisées à des fins agricoles.

S'agissant des réserves renouvelables, on constate que celles-ci sont elles aussi touchées par la crise pluviométrique qui a des conséquences non seulement sur la quantité d'eau disponible dans la réserve elle-même, mais également sur la frange capillaire des sols et du sous-sol, dont l'abaissement continu affecte gravement le système racinaire et la strate arborée. Cet abaissement général du niveau de base peut aussi, en bordure de l'océan, par inversion du gradient de pression, provoquer une contamination par des eaux saumâtres d'origine marine. Ces phénomènes sont aujourd'hui constatés dans divers pays côtiers, la Mauritanie, le Sénégal (région des Niayes et du Sine Saloum), certaines îles de la République du Cap-Vert (Boa Vista, Sal), où en quelques années l'eau de certains aquifères est devenue impropre à la consommation et même à l'utilisation agricole.

Les réserves fossiles quant à elles, non renouvelables, ne présentent pas toujours non plus les critères de qualité indispensables à toute utilisation : la nature du réservoir dont elles sont issues, qu'il soit éruptif comme au Niger ou sédimentaire comme en Mauritanie ou au Sénégal a en effet pu en altérer la qualité, les affectant d'une concentration totale en sels excessive, d'un rapport du sodium aux autres cations défavorable, d'une toxicité spécifique à certains ions (fluor), d'une alcalinité résiduelle bloquant la disponibilité de certains éléments.

Dans le bassin sédimentaire sénégalo-mauritanien par exemple, la nappe profonde des sables du Maestrichien, constitue une énorme réserve fossile dont le réservoir est estimé à 3 000 milliards de m<sup>3</sup> (AUDIBERT, 1966). De bonne qualité dans la partie est de la réserve, ces eaux évoluent dans l'espace et voient leur minéralisation augmenter vers l'ouest où elles atteignent des teneurs de 2,5 g/litre ; elles sont en outre alcalisantes (S.A.R. de l'ordre de 30). Leur utilisation en irrigation serait donc normalement à proscrire.

Malgré les mises en garde qui ont pu être faites suite aux travaux de recherche menés en particulier par l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles, (ISRA), elles sont néanmoins utilisées de façon incontrôlée par le paysannat ou les sociétés villageoises en particulier, dans de nombreux petits périmètres établis sur les sols sableux du bassin arachidier, (« sols diors »), sur lesquels elles provoquent des effets néfastes dûs à leur concentration sous l'effet de l'évaporation. Le sodium en excès favorise une élévation sensible du pH des sols qui devient alcalin et non seulement induit une certaine toxicité chimique, mais également favorise secondairement une prise en masse physique du sol due à la dispersion des colloïdes (DUC 1975 ; PENNANEACH, 1977). L'imperméabilité des sols qui en résulte, associée à la dégradation chimique, provoque une baisse sensible de la fertilité de ces terres. Or, il a été montré que celle-ci pouvait être corrigée par des solutions techniques appropriées : apport de phospho-gypse à différents niveaux, (sols ou eaux),

d'engrais verts, de chélates de fer, d'engrais ammoniacaux plutôt que nitriques (DANCETTE, 1984). Ce n'est pas toujours le cas.

Par ailleurs, une incertitude plane sur l'évolution que peut présenter cette nappe dans le temps en particulier dans la partie ouest du réservoir où la tranche d'eau douce peu épaisse qui repose sur une nappe salée, se déprime suite aux nombreux pompages qui y sont effectués (Sine Saloum). Une surveillance chimique de la qualité des eaux serait nécessaire pour éviter tout risque de contamination induite par un surpompage.

## CONCLUSION

L'intensification des pratiques agricoles par le biais de l'irrigation n'est donc pas sans risque pour les sols, en particulier pour les sols tropicaux soumis à des conditions climatiques qui exacerbent leur sensibilité à la dégradation par les sels qui en sont les agents les plus courants et dont les manifestations sont à multiples facettes. Mais d'autres formes de détériorations pédologiques plus pernicieuses peuvent aussi être induites sous ces climats par l'irrigation. La toxicité ferreuse par exemple affectant le riz de la maladie du « bronzing » comme dans le périmètre du Kou au Burkina-Faso ; l'engorgement de certaines terres de la boucle du Niger qui provoque des phénomènes de colmatage et d'asphyxie au niveau des racines des plantes cultivées ; l'accumulation d'acides organiques apportés par les débris de récolte qui induit sur les sols du périmètre sucrier de la Comoé au Burkina-Faso, une diminution du pH, et des phénomènes de toxicité à faible profondeur dans la zone racinaire...

Dans la recherche de solutions pour l'augmentation de la production par le biais de l'irrigation, il importe que l'utilisateur soit vigilant à plusieurs niveaux :

— *dans l'analyse et la caractérisation* des divers facteurs hydrologiques et pédologiques susceptibles d'influencer la production de façon à lever toute incertitude liée à la connaissance incomplète d'un milieu destiné à un aménagement hydro-agricole (cartographie détaillée des sols et analyse des eaux).

— *dans la prévision* à l'échelle humaine des modifications que ce type d'aménagement est susceptible d'apporter au milieu physique par la prise en compte de toutes les données et la prédiction de leur évolution grâce à des « systèmes-experts ».

— *dans le suivi de l'évolution réelle* des différents paramètres au cours du temps sous irrigation, de façon à apporter des corrections au modèle et prévenir une éventuelle dégradation plutôt que d'avoir recours ultérieurement à des pratiques curatives onéreuses, pour tenter de récupérer des sols dégradés.

## BIBLIOGRAPHIE

- AUBERT (G.), 1985. — Utilisation des terres et alimentation des populations des pays tropicaux en voie de développement. C.R.Ac. d'Agriculture de France. Tome 71, n° 10.
- AUDIBERT (M.), 1966. — Étude hydrogéologique de la nappe profonde du Sénégal « Nappe maestrichienne » BRGM.
- BECK (K. J.), BLOKUIS (W. A.), DRIESSEN (P. M.), VAN BREEMAN (N.), BRINKMAN (R.), and PONS (L. J.), 1980. — Land reclamation and water management : development problems and challenges. I I L R I, pub. n° 27 the Netherlands.
- DANCETTE (C.), 1984. — Conservation des eaux et du sol au Sénégal. Séminaire atelier C.I.L.S.S. Institut du Sahel, PRAIA Cap-Vert.

- DUC (T. M.), 1975. — Irrigation de la zone Centre-Nord du Sénégal — Résultats de recherches et perspectives. Comité Consultatif FAO/AIEA, Bambey 10/14 Novembre 1975.
- KANE (A.), 1985. — Le Bassin du Sénégal à l'embouchure, flux continentaux dissous et particuliers. Invasion marine dans la vallée du fleuve. Th. 3<sup>e</sup> cycle Université de Nancy II.
- KANWAR (J. S.), 1982. — Managing soils resources to meet the challenges to mankind : Presidential address. 12<sup>th</sup> International Congress of Soil Science — New Delhi.
- LE BRUSQ (J. Y.), LOYER (J. Y.), 1982, 1983, 1984. — Évolution de la salinité des sols et des eaux en relation avec la riziculture submergée dans le Delta du fleuve Sénégal (campagnes 1981/1982/1983), ORSTOM/Dakar.
- LOYER (J. Y.), 1983. — Dans la perspective du développement des cultures irriguées au Sénégal : Maîtrise de l'eau et des sols. Journées de réflexion sur la production agricole et la stratégie alimentaire, Dakar, 7/11 Novembre 1983.
- LOYER (J. Y.) et LE BRUSQ (J. Y.), 1983. — Influence de l'intensification des cycles de riziculture sur les sols irrigués de la basse vallée du fleuve Sénégal. Colloque Barrages en terre et développement des zones rurales en Afrique. AUPELF, Thiès/Sénégal, 10/16 Avril 1983.
- MUTSAARS (M.) et VAN DER VELDEN, 1973. — Le dessalement des terres du Delta du fleuve Sénégal. Bilan de trois années d'expérimentations (70/73) et perspectives. FAO.
- PENNANEACH (B. S.), 1977. — Effet des eaux salées du Maestrichien sur quelques sols du Sénégal — Thèse Université de Laval.
- United-Nations, Conférence on Desertification, 1977. — Désertification, an overview. United Nations, New-York.
- ZANTE (P.) et LOYER (J. Y.), 1984. — Influence des cycles d'irrigation par submersion permanente sur le comportement hydrique d'un sol de la vallée du fleuve Sénégal. Journées du GFHN Montpellier 13/14 Novembre 1984.



## **De la difficulté de prévoir les répercussions sanitaires des aménagements hydro-agricoles**

*Le cas du paludisme dans la rizière de la vallée du Kou au Burkina Faso*

Vincent ROBERT \*, Pierre GAZIN \*, et Pierre CARNEVALE \*

Le sud-est asiatique en savane ouest africaine, c'est l'impression qui saisit le nouveau venu devant les immenses casiers à riz soigneusement entretenus de la Vallée du Kou. Pourtant la méprise ne dure pas : les sourires sont africains, le terroir est burkinabè, Bobo-Dioulasso est à une trentaine de kilomètres.

Le projet rizicole de la Vallée du Kou a débuté il y a une quinzaine d'années en remodelant largement le visage de cette zone : les arbres ont été coupés, le terrain a été aplani. Désormais, mille hectares d'un seul tenant, artificiellement irrigués, fournissent deux récoltes annuelles. Six villages nouvellement construits à l'intérieur du périmètre rizicole, sont occupés par vingt mille volontaires regroupés en coopérative. C'est une belle réalisation ; souvent visitée, elle fait référence.

Un écosystème est régulé de façons multiples et souvent mal connues. Son bouleversement a des répercussions difficilement prévisibles sur un biotope. Toutefois il était évident, avant le début des travaux, que le paysage originel de bas fond de savane soudanienne allait être radicalement transformé par la riziculture. Cependant était-on capable de prévoir le nouveau risque palustre pour les riziculteurs et leur famille ?

Pour évaluer l'impact de ces modifications sur l'épidémiologie du paludisme, une étude multidisciplinaire est menée depuis 5 ans en Vallée du Kou ; elle concerne l'entomologie, la parasitologie, l'immunologie, la clinique et la démographie. Sur le plan entomologique on emploie surtout la méthode classique de capture des moustiques sur sujets humains, la nuit à l'intérieur et à l'extérieur des maisons.

Les résultats obtenus sont étonnants.

Avant de les exposer, rappelons que les agents du paludisme sont des protozoaires du genre *Plasmodium*. Ils sont transmis par des moustiques du seul genre *Anopheles* qui piquent la nuit. Le moustique s'infecte en prenant un

---

\* Entomologistes médicaux ORSTOM, OCEAC, B.P. 288, Yaoundé, Cameroun



repas de sang sur un sujet impaludé et porteur des éléments sexués du parasite. Ces éléments évoluent dans l'anophèle vecteur selon un processus complexe dont la durée est fonction de l'espèce plasmodiale et de la température. Pour *P. falciparum* ce cycle de développement dans le moustique (cycle sporogonique) nécessite une dizaine de jours dans les conditions habituelles. Une seule piqûre infestante peut suffire pour déclencher un accès palustre chez un sujet non-immun. En Afrique intertropicale la transmission du paludisme est élevée. Chaque homme reçoit régulièrement des piqûres infestantes et réagit en développant un état de prémunition qui est en fait un équilibre, souvent instable surtout chez les enfants, entre l'hôte et le parasite.

Les rizières en général constituent un milieu artificiel très favorable à de nombreuses espèces de moustiques. L'hygrométrie y est élevée. Les casiers à riz et les canaux d'irrigation à débit faible ou stoppé constituent autant de sites de ponte et de gîtes larvaires. Les moustiques adultes peuvent se reposer le jour dans les maisons et piquer la nuit l'homme et les animaux domestiques (volaille, moutons, bœufs...). Ainsi la création d'une rizière entraîne souvent une véritable pullulation de moustiques. Cependant cette pullulation n'affecte pas également toutes les espèces anophéliennes.

En Vallée du Kou, *Anopheles funestus* est en effectif très réduit alors qu'il est un vecteur majeur du paludisme dans la région. Par contre *Anopheles gambiae*, le vecteur principal dans cette rizière, est parfaitement adapté à ce biotope : au centre de la zone rizicole, sa densité agressive pour l'homme est dix fois supérieure à celle observée dans la savane voisine atteignant 150 piqûres par homme et par nuit à la saison favorable et au total 14 000 piqûres par homme et par an (ROBERT *et al.*, 1985).

En ne considérant que cette densité particulièrement élevée, une déduction hâtive pourrait faire présager que la transmission du paludisme serait accentuée en zone rizicole. Or nos études ont montré que cette transmission n'est pas augmentée en Vallée du Kou, elle est même inférieure à celle de presque tous les villages étudiés dans la savane avoisinante. Effectivement, la transmission annuelle varie entre 40 et 60 piqûres d'anophèles infectés par homme dans les villages de la zone rizicole, alors que dans les villages de la région de Bobo-Dioulasso, elle se situe entre 35 et 250 (selon les conditions écologiques locales) avec une valeur moyenne de l'ordre de la centaine.

Ce paradoxe — plus de vecteurs et moins de transmission — peut s'expliquer par la combinaison de plusieurs facteurs modifiant l'éthologie du vecteur dans le sens d'une réduction du contact entre l'homme et les *Plasmodium* :

— le facteur principal est la jeunesse de la population anophélienne anthropophile. Les vecteurs ayant atteint et dépassé l'âge épidémiologiquement dangereux sont très minoritaires ; ils assurent seuls la transmission. En vallée du Kou, pour des raisons encore à étudier, l'ensemble de la population anophélienne anthropophile est très jeune et disparaît avant que le cycle sporogonique ne soit achevé. Ces jeunes moustiques bien que pouvant être infectés ne possèdent donc aucune potentialité vectrice.

— le deuxième facteur est la forte tendance locale des anophèles à prendre des repas de sang sur des animaux. Celle-ci n'est observée qu'en rizière car, contrairement aux villages traditionnels, les bœufs de labour utilisés pour la riziculture dorment dispersés à l'intérieur du village et constituent alors des proies faciles pour les moustiques. Cette zoophagie sur des animaux réfractaires au paludisme diminue d'autant l'infection des moustiques et les inoculations à l'homme.

— le troisième facteur est l'usage généralisé de moustiquaires de lit pour éviter la nuisance que constituerait plusieurs dizaines de milliers de piqûres par an pour un même homme. L'emploi de ces moustiquaires réduit encore l'intensité de la transmission par rapport à la savane voisine où leur utilisation est exceptionnelle.

On constate donc qu'en Vallée du Kou la transmission relativement faible du paludisme peut fort bien s'expliquer. L'augmentation considérable de la densité anophélienne est généralement un facteur aggravant mais dans le cas de la Vallée du Kou, d'autres facteurs, tout aussi déterminants, en minorent les effets.

Il faut cependant prendre garde de généraliser ces observations. Classiquement de nettes détériorations de la situation sanitaire sont constatées en ce qui concerne le paludisme et d'autres maladies liées à l'eau dans les biotopes de rizières (NOZAIIS et GENTILINI, 1985). Ainsi COOSEMANS (1985) observe des niveaux d'endémicité palustre supérieurs dans les villages rizicoles par rapport aux villages cotonniers de la plaine de la Ruzizi au Burundi. SHARMA et UPERTY (1982) font les mêmes constatations dans des villages pourvus d'un système de canaux d'irrigation par rapport à ceux qui en sont dépourvus, dans les districts de Meerut et de Gurgaon aux Indes. PHILIPPON et MOUCHET (1976) insistent sur le risque des aménagements hydrauliques en zone sèche d'Afrique intertropicale mais notent justement que dans les savanes humides une augmentation de la transmission « ne change guère le degré d'endémicité du paludisme qui en fait plafonne à un maximum ».

L'essentiel reste que l'étude des répercussions des aménagements déjà existants constitue une étape indispensable pour autoriser des prévisions sur de futures réalisations.

Les aménagements majeurs de l'espace entraînent des répercussions multiples et importantes. Ils interviennent sur des systèmes dont les régulations sont complexes et méconnues. Les prévisions de ces répercussions doivent donc être prudentes et sans *a priori* systématiques. C'est pourquoi, les décideurs doivent s'entourer de spécialistes de toutes les disciplines concernées pour envisager au mieux la prévention des risques avant qu'ils n'apparaissent et pour intervenir au cas où ils se concrétiseraient.

#### BIBLIOGRAPHIE

- COOSEMANS (M. H.), 1985. — Comparaison de l'endémie malarienne dans une zone de riziculture et dans une zone de culture de coton dans la plaine de la Ruzizi, Burundi. *Ann. Soc. belge Méd. Trop.*, 65, Suppl. 2 : 187-200.
- NOZAIIS (J. P.) et GENTILINI (M.), 1985. — Les conséquences sanitaires du développement économique des pays tropicaux. *Méd. Trop.*, 45, 1 : 73-78.
- PHILIPPON (B.) et MOUCHET (J.), 1976. — Répercussions des aménagements hydrauliques à usage agricole sur l'épidémiologie des maladies à vecteurs en Afrique intertropicale. Colloque international : l'eau et les activités agricoles. Paris, 3-5 mars 1976. *Cahiers du C.E.N.E.C.A.*, 3213.
- ROBERT (V.), GAZIN (P.), BOUDIN (C.), MOLEZ (J. F.), OUEDRAOGO (V.) et CARNEVALE (P.), 1985. — La transmission du paludisme en zone de savane arborée et en zone rizicole des environs de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). *Ann. Soc. belge Méd. Trop.*, 65, Suppl. 2 : 201-214.
- SHARMA (V. P.) et UPERTY (H. C.), 1982. — Preliminary studies on irrigation malaria. *Indian J. Malariol.*, 19 : 139-142.



## *Chapitre 4*

# **Contexte macro-économique et politique du risque**



## La prise en compte des risques dans la définition des politiques de développement agricole

*Le libéralisme intégral n'existe pratiquement nulle part en matière de politique agricole. L'agriculture joue un rôle beaucoup trop important pour être abandonnée aux seules « lois du marché ». Pourvoyeuse de vivres pour les populations rurales et urbaines, et de matières premières pour l'industrie, elle fournit aussi très souvent l'essentiel des capitaux dont l'économie a besoin et constitue un réservoir de main d'œuvre et un marché intérieur pour les autres secteurs d'activité. Une quelconque crise agricole peut rapidement se manifester par des perturbations très graves pour la société toute entière : rupture dans les approvisionnements agro-alimentaires, flambée des prix, exode rural incontrôlé, chômage accru, troubles sociaux, etc... Rares sont donc les gouvernements qui prennent le risque politique de ne pas intervenir sur les conditions de la production agricole.*

*La première préoccupation des pouvoirs publics consiste à prémunir la société contre les risques d'éventuelles pénuries agro-alimentaires. La question se pose alors de savoir si la nation doit (et peut) satisfaire par elle-même ses propres besoins, et de mesurer quels risques prendrait le pays de trop dépendre des approvisionnements en provenance de l'étranger. De la réponse à cette question, dépend pour une large part le choix entre le protectionnisme ou le libre-échange, entre la diversification des productions pour le marché intérieur ou une spécialisation agro-exportatrice qui tienne compte davantage des « avantages comparatifs » dont bénéficierait le pays.*

*Mais quelque soit l'option choisie, la classe dirigeante doit être à même de concevoir et créer les conditions socio-économiques qui font que les agriculteurs aient effectivement intérêt à produire selon la ligne définie, et qu'ils en aient les moyens matériels et financiers. Pour ce faire, les gouvernements disposent généralement de toute une gamme d'interventions possibles, qui vont de la mise en place d'infrastructures (pour l'irrigation, le drainage, la conservation des récoltes,...) à la fixation de certains prix, en passant par la recherche agronomique, la vulgarisation agricole, la législation foncière, l'octroi de crédits et de subventions, etc... L'expérience montre cependant qu'ils doivent soigneusement prendre en compte les*

risques que font courir chacune de ces mesures aux différents types de producteurs. Et la réaction des agriculteurs aux diverses interventions de l'État peut d'ailleurs ne pas être la même selon les conditions dans lesquelles opère chacun d'eux. Face aux aléas d'ordre climatique, sanitaire ou économique, ils peuvent ne pas avoir tous intérêt à prendre les mêmes risques : un même « accident » pourrait être sans conséquence pour les uns, mais catastrophique pour d'autres...

### 1. PROTECTIONNISME OU LIBRE ÉCHANGE ?

Le protectionnisme, en agriculture, trouve généralement son origine dans le souci des États de ne pas trop dépendre de l'étranger pour les approvisionnements agro-alimentaires. La crainte de pénuries, de blocus ou d'embargos, peut inciter les gouvernements à protéger leurs agriculteurs de la concurrence internationale, afin qu'ils aient encore les moyens et l'intérêt de produire sur place la majeure partie des productions vivrières dont on peut avoir besoin la nation.

Certes, dans le contexte actuel, où les prix des produits agricoles semblent croûler sous le poids des excédents de quelques puissances industrielles (États-Unis, Canada, Europe, Australie) qui n'hésitent pas à subventionner leurs exportations, l'idée de mettre en place des protections douanières qui permettraient aux pays d'atteindre progressivement une relative autonomie vivrière ne semble pas faire l'unanimité au sein des gouvernements du Tiers-Monde. Certains sont d'ailleurs condamnés à suivre les recommandations du Fonds Monétaire International ou de la Banque Mondiale, et s'en remettent chaque jour davantage à la division internationale du travail inspirée de la « loi des avantages comparatifs » : importer à bas prix des céréales et des produits laitiers en provenance des pays tempérés, et exporter vers ces derniers des produits miniers (pétrole) ou typiquement tropicaux : café, cacao, coton, bananes, etc... L'Égypte, l'Algérie, le Sénégal, le Zaïre, le Nigéria, le Pérou et le Venezuela sont ainsi des pays qui dépendent aujourd'hui très largement des importations pour leur alimentation.

Mais rien ne permet d'affirmer qu'une pénurie mondiale du type de celle observée en 1973/74 ne puisse pas réapparaître et se manifester par une nouvelle flambée des prix des produits alimentaires sur le marché international<sup>1</sup>. Les marges d'accroissement de la productivité agricole semblent encore relativement importantes à l'échelle mondiale, mais celles-ci se situent pour l'essentiel dans un nombre relativement limité de pays et pourraient facilement être absorbées par la demande croissante en aliments du bétail qui résulte de l'augmentation de la consommation de viande et de lait dans certains pays industriels : U.R.S.S., Japon, Europe de l'Est, etc... Il est à craindre qu'en cas de pénurie, les pays les plus pauvres et les plus dépendants sur le plan alimentaire (Éthiopie, Égypte, Haïti, Bengladesh,...) aient à subir la concurrence des pays importateurs les plus solvables (Japon, U.R.S.S.,...); et on est donc en droit de s'interroger sur les risques que font courir les politiques de « libre-échan-

ge » sur l'approvisionnement alimentaire des peuples du Tiers-Monde. À cela s'ajoute la menace redoutable que constitue le recours éventuel des pays exportateurs de grains à « l'arme alimentaire ». Chacun sait que les États-Unis ne se sont pas privés de l'utiliser à l'occasion (avec, il est vrai, des résultats contrastés) en déclarant l'embargo sur les livraisons de céréales à destination de l'U.R.S.S., du Vietnam, de l'Iran et du Nicaragua. L'embargo décrété en 1973 par les États-Unis sur les exportations de soja à destination de l'Europe, et la hausse brutale des coûts de production qui en a résulté pour l'élevage européen, ont démontré que même en France, la dépendance des éleveurs à l'égard des protéagineux d'Outre Atlantique n'était pas sans risque.

Conscients de tels dangers, les puissances industrielles pratiquent généralement elles-mêmes des politiques agricoles protectionnistes. (Seule la Grande Bretagne, dont la force navale parut longtemps invincible, fit, jusqu'à une date récente, le choix du « libre-échange », dans le but de s'approvisionner au moindre prix dans les pays du « nouveau monde » et diminuer ainsi le coût de la force de travail dans son industrie). Soucieux d'assurer pour une large part leur autosuffisance alimentaire, les États-Unis, la Communauté Économique Européenne, et le Japon, ne cessent chacun d'instituer des droits de douane, des contingents d'importation et des règlements sanitaires draconiens, dont l'objectif est de limiter les entrées de certains produits jugés stratégiques : céréales, lait, viandes, etc... Ces protections, qui sont établies pour réduire ou empêcher les importations en provenance des pays concurrents les plus compétitifs, visent en fait à contrecarrer des écarts de productivité de relativement faible importance. On comprend alors d'autant plus le besoin qu'ont les pays du Tiers-Monde de protéger leur agriculture par des mesures drastiques, car les différences de productivité avec les pays industriels sont alors souvent considérables : la même quantité de riz ou de calories alimentaires exige aujourd'hui cent fois plus d'heures de travail pour être produite avec des outils manuels en Casamance (Sénégal) qu'avec des machines automotrices en Floride (États-Unis)<sup>2</sup>. Soumis aux seuls mécanismes du « libre-échange », le producteur sénégalais ne peut résister à la concurrence des céréales importées qu'en acceptant une rémunération de son travail cent fois moindre que son concurrent. On imagine mal qu'il puisse alors dégager des revenus suffisants pour épargner et investir dans la « modernisation » de son exploitation. Sans aucune protection de leur agriculture, le Sénégal et la plupart des pays du Tiers-Monde risqueraient de s'enfoncer chaque jour davantage dans la dépendance alimentaire.

Cette dépendance peut ne pas être sans risque politique pour les gouvernements des pays les plus pauvres, car plus la part de l'alimentation dans les dépenses totales est élevée, plus forte est la crainte qu'une pénurie soudaine ou qu'une hausse brutale des prix alimentaires puisse engendrer des troubles sociaux de grande ampleur. L'autosuffisance en produits vivriers, à l'abri des fluctuations du marché mondial, apparaît alors à beaucoup comme un



élément indispensable de la paix sociale, en ce qu'elle assure l'accès aux approvisionnements et en garantit la stabilité. L'histoire montre cependant que les mesures de protection peuvent être difficiles à mettre en œuvre dans un cadre strictement national, car les frontières entre certains pays s'avèrent parfois très perméables et les risques de voir se développer la contrebande ne sont pas à négliger. Le problème est particulièrement aigu pour les pays dont la monnaie est fortement « sur-évaluée », tels les pays africains de la zone Franc, qui ont souvent du mal à empêcher les importations frauduleuses en provenance de leurs voisins à monnaies faibles (cf. le Congo et la contrebande en provenance du Zaïre). Rien ne prouve, cependant, que les échanges frontaliers entre pays du Tiers-Monde soient toujours préjudiciables aux agriculteurs des pays concernés si les productivités du travail sont relativement semblables ; et les experts sont de plus en plus nombreux à penser que la protection des cultures vivrières devrait être appliquée à l'intérieur d'espaces régionaux au sein desquels les productions seraient protégées et les échanges inter-États encouragés. C'est ainsi qu'à l'occasion du colloque de Mindelo (République du Cap Vert, Décembre 1986), le comité inter-États de lutte contre la sécheresse dans le Sahel (C.I.L.S.S.) a prôné ouvertement la création d'un espace régional protégé qui engloberait la totalité des pays de l'Afrique de l'Ouest.

## 2. LA DÉPENDANCE À L'ÉGARD DES EXPORTATIONS

Le choix de la spécialisation agricole en fonction des « avantages comparatifs » n'est pas non plus sans risque pour les pays du Tiers-Monde dont la balance commerciale dépend très fortement d'un petit nombre d'exportations agricoles. Le marché mondial des produits agricoles tropicaux se caractérise en effet par une très grande instabilité des cours. Face à une demande souvent inélastique, les pays du Tiers-Monde sont nombreux à devoir exploiter les mêmes marchandises, et la concurrence est donc particulièrement vive sur le marché international. Une quelconque surproduction mondiale ne tarde pas à se manifester par un effondrement des prix des productions concernées. À cela s'ajoute aujourd'hui l'incertitude sur les taux de change qui résulte pour l'essentiel de la façon avec laquelle le gouvernement des États-Unis finance son déficit budgétaire.

L'instabilité des cours rend difficile tout effort de planification à long terme, car en cas de baisse brutale des prix, les pays qui se sont engagés dans de grosses dépenses d'investissements sur la base de recettes importantes à l'exportation doivent soudainement recourir à l'emprunt ou, sinon, interrompre leurs programmes, au risque alors de rendre inutiles les travaux déjà réalisés. Il convient de rappeler par ailleurs que pour certaines plantations (caféiers, cacaoyers, palmiers à huile,...) la production ne commence à se manifester que plusieurs années après la réalisation des plus grosses dépenses, et cela, à un moment où les cours peuvent très bien avoir

chuté. L'instabilité des prix est particulièrement dangereuse pour les pays dans lesquels un seul produit assure l'essentiel des recettes d'exportation. Ainsi en est-il de l'Ouganda où le café représente 93 % des exportations, de l'île Maurice, pour qui le sucre assure 63 % des recettes en devises, du Tchad, chez qui la moitié des exportations sont représentées par le coton, et du Bengladesh, dont l'équilibre de la balance commerciale dépend pour l'essentiel du jute (53 % des recettes d'exportation).

Afin de prémunir les pays contre les effets des variations irrégulières et brutales des prix des produits agricoles tropicaux sur le marché mondial, nombreux sont les gouvernements du Tiers-Monde qui réclament la signature d'accords internationaux destinés à mettre en place des mécanismes de stabilisation des cours. L'idée n'est pas nouvelle, et de nombreuses négociations ont été menées dans ce sens. Quelques rares accords ont été signés, et parfois même reconduits ; mais force est de reconnaître qu'ils se révèlent souvent fragiles et difficiles à appliquer. Les accords fondés sur l'existence de stocks régulateurs financés à parité par les pays producteurs et consommateurs (cacao, caoutchouc) se heurtent bien vite aux problèmes relatifs à la détermination des quantités maxima à stocker, et au coût du stockage. Les accords fondés sur la répartition de quotas entre pays exportateurs (sucre, café,...) ne sont pas toujours bien respectés, car chaque pays est tenté d'accroître sa production lorsque les prix tendent à monter et d'écouler ses produits vers les pays non signataires lorsque réapparaissent les excédents. Il en résulte que les pays qui souhaitent ne pas subir les effets des fluctuations soudaines des cours mondiaux n'ont en fait pas d'autres moyens que d'avoir recours, dans la mesure du possible, à la diversification de leurs exportations, en espérant que les variations de leurs prix respectifs n'aillent pas toujours dans le même sens...

Mais le plus grave est que pour un grand nombre de productions agricoles tropicales, les pays industriels parviennent progressivement à mettre au point des produits de substitution : huiles de soja, de tournesol ou de colza, fibres synthétiques, caoutchouc artificiels, etc... Ces produits, d'origine agricole ou industrielle, sont généralement fabriqués avec une telle productivité du travail qu'ils deviennent rapidement concurrentiels sur le marché international et contribuent à faire baisser durablement les cours mondiaux. La pérennité de certains « avantages comparatifs » est alors remise en cause<sup>3</sup>. C'est ainsi que les pays dont l'essentiel des exportations est assurée par le sucre de canne sont aujourd'hui à la veille d'une crise sans précédent : il ne s'agira plus seulement pour eux d'affronter la concurrence du sucre de betterave, mais de faire face, désormais, à la substitution progressive du sucre par l'isoglucose de maïs et par les édulcorants de synthèse : aspartam, saccharine, polyols, etc... La reconversion risque de s'avérer difficile dans un certain nombre de pays (Cuba, Fidji, République Dominicaine,...), mais elle paraît inéluctable, car les pays qui s'étaient engagés à importer certaines quantités de sucre à des prix préférentiels (États-Unis, URSS, C.E.E.) ne renouvelleront sans doute pas les accords *ad vitam eternam* et supprimeront à

terme leurs quotas d'importation. Les États-Unis se sont d'ailleurs déjà largement engagés dans cette voie. Les pays producteurs de cacao et de café ne sont pas non plus totalement à l'abri de tels événements : les pays industriels ne sont plus très loin de mettre au point des produits de synthèse dont les saveurs seraient assez semblables... La question se pose de savoir si certains pays pourront au moins reconquérir leur autonomie alimentaire lorsqu'interviendront la chute des cours et le recul de leurs exportations agricoles traditionnelles.

### 3. LES STOCKS DE SÉCURITÉ ET LA STABILISATION DES PRIX ALIMENTAIRES

Face aux fluctuations erratiques de la production agricole, nombreux sont les gouvernements du Tiers-Monde qui s'efforcent d'assurer chez eux la stabilité des approvisionnements alimentaires par la constitution de stocks régulateurs. Une telle politique vise en premier lieu à constituer des stocks de sécurité destinés à remédier aux pénuries de plus ou moins longue durée qui font suite aux catastrophes de natures diverses : sécheresse, inondations, attaques d'insectes,.... Mais elle peut avoir aussi pour objectif de limiter les quantités offertes sur le marché en période excédentaire et maintenir ainsi les prix à un niveau suffisamment rémunérateur pour que les agriculteurs soient toujours incités à produire. En intervenant en raison inverse de l'évolution des prix sur le marché, l'État s'efforce de réduire les variations de prix entre un niveau plancher et un niveau plafond. Le maintien de prix agricoles relativement stables et rémunérateurs doit alors permettre aux exploitants d'investir en toute confiance pour accroître leur productivité dans les productions correspondantes. En réduisant l'incertitude sur l'évolution des prix agro-alimentaires, l'État espère donc inciter les agriculteurs à ne pas se replier sur leur autosuffisance, mais à produire aussi des vivres pour le marché national.

La gestion des stocks régulateurs est confiée le plus souvent à des offices publics de commercialisation : O.P.A.M. au Mali, BULOG en Indonésie, I.R.A. au Salvador,.... L'expérience montre cependant que cette gestion est souvent difficile et coûteuse. A cela plusieurs raisons :

— le caractère aléatoire des excédents et des déficits fait qu'il est souvent difficile de déterminer avec précision le niveau des réserves à assurer pour garantir une sécurité totale. Cette incertitude aboutit à la constitution de stocks souvent très importants et donc à une immobilisation de capital qui apparaît à beaucoup démesurée ;

— S'il est vrai que les pertes dues aux techniques de stockage proprement dites sont relativement limitées dans les silos de l'État, il n'en est pas de même pour les frais d'entretien et d'amortissement des infrastructures qui s'avèrent généralement très élevés ;

— L'importance des transports est souvent sous-estimée. Le maintien d'un parc automobile suffisant pour la collecte ou la revente des produits vivriers, et faire face à d'éventuelles situations d'urgence, se révèle toujours très

coûteux ; et la question se pose aujourd'hui de savoir s'il n'est pas préférable d'encourager la constitution de stocks de réserve relativement nombreux et décentralisés : stockage à la ferme, greniers villageois, silos coopératifs ou privés,....<sup>4</sup>. L'effort devra porter alors sur les conditions de conservation afin de réduire au maximum les risques de pertes après récoltes.

Afin de pouvoir garantir le maintien des prix des produits alimentaires à des niveaux fixés officiellement par les pouvoirs publics, l'État s'est efforcé d'avoir le monopole du stockage et de la commercialisation des productions vivrières dans de nombreux pays du Tiers-Monde. Mais faute de bien connaître les variations de l'offre et de la demande, à tous moments et en tous lieux, et faute de pouvoir toujours disposer des ressources nécessaires (silos, véhicules, trésorerie,....) à l'accomplissement de ses obligations, l'État n'a jamais vraiment pu agir avec la souplesse qui s'impose pour empêcher la création de marchés parallèles sur lesquels les fluctuations de prix se trouvent parfois amplifiées par les interventions intempestives des pouvoirs publics. Les monopoles étatiques sont presque toujours d'une grande inefficacité opérationnelle et aboutissent fréquemment à l'émergence d'une bureaucratie corrompue, avec souvent pour conséquence : une exploitation des agriculteurs et une précarité de leur situation encore accrues. Il semble que la solution la plus adéquate repose sur un système de stockage et de commercialisation dans lequel offices publics, organisations coopératives et commerçants privés, soient en conditions de réelle compétition.

La fixation de prix officiels répond théoriquement à la volonté de satisfaire deux objectifs plus ou moins contradictoires à court terme : fournir des aliments à bon marché aux populations non agricoles, et garantir aux exploitants un revenu suffisamment élevé pour leur permettre d'investir dans la modernisation des unités de production. Mais force nous est de constater que dans un grand nombre de pays à faibles revenus, et plus particulièrement en Afrique, les gouvernements continuellement soumis à la pression des couches urbaines (politiquement les plus dangereuses) ont privilégié le premier objectif aux dépens du second. La fixation de prix trop peu rémunérateurs s'est alors manifestée par la mise en œuvre de systèmes de production agricole dans lesquels les productions vivrières furent destinées presque exclusivement aux seuls besoins des exploitants et de leurs familles. Le recours à l'aide alimentaire s'est imposé pour le ravitaillement des villes, et la dépendance à l'égard des fournitures en provenance de l'étranger s'en est trouvée accrue d'autant. A contrario, le maintien de prix élevés aux producteurs dans certains pays d'Asie (Inde, Indonésie, Sri Lanka,...) a démontré qu'il était vite possible, dans ces conditions, d'accroître la productivité du travail dans l'agriculture vivrière et parvenir ainsi à un fort pourcentage d'autosuffisance alimentaire<sup>5</sup>. Ces gains de productivité doivent permettre de ravitailler progressivement les villes à des prix relativement moins élevés (en monnaie constante).

#### 4. LA PROMOTION DE NOUVEAUX SYSTÈMES DE PRODUCTION

*La politique des prix peut avoir des répercussions considérables sur l'évolution et le devenir des systèmes de production mis en œuvre par les différents types d'agriculteurs : le niveau général des prix détermine très directement le nombre d'agriculteurs restant capables de dégager des revenus suffisants pour maintenir leurs exploitations en état de produire. En réduisant les fluctuations de prix, l'État se trouve à même d'inciter ces agriculteurs à se spécialiser dans les quelques productions qui leur paraissent pouvoir rester longtemps rentables et à investir sans risques majeurs dans l'acquisition des moyens de production correspondants. La hiérarchie des prix qui résulte des interventions de l'État peut alors contitionner très largement le choix des techniques et des productions agricoles.*

*Cette politique des prix, qui ne concerne généralement pas seulement les produits agricoles, mais aussi les moyens de production (intrants, matériels, équipements,...) peut toutefois ne pas être suffisante pour entraîner l'ensemble des exploitants à mettre en œuvre les systèmes de production les plus conformes aux souhaits de l'État.*

*Face à d'éventuels aléas climatiques, les petits exploitants qui travaillent dans les conditions économiques et sociales les plus précaires (du fait par exemple de leurs faibles réserves vivrières ou de leur fort niveau d'endettement) peuvent ne pas avoir intérêt à mettre en œuvre les systèmes de production les plus à même de maximiser l'espérance mathématique de production ou de revenu, et préfèrent bien souvent choisir des systèmes pour lesquels les risques de récolte nulle ou faible sont minimes. Une telle préoccupation va souvent de pair avec une relative diversification des productions et des activités au sein des exploitations. Ainsi en est-il par exemple des petits paysans des montagnes haïtiennes qui s'efforcent de planter une gamme très large de cultures sur des parcelles situées dans des étages écologiques très différents. Les risques que toutes les parcelles et toutes les cultures soient affectées durant la même année par des catastrophes climatiques sont ainsi réduits au minimum.*

*La volonté de minimiser les risques chez les paysans d'Afrique Noire va aussi très souvent de pair, comme nous le signale ci-dessous Philippe COUTY, avec une logique de dispersion des ressources disponibles sur le maximum de surface possible. L'intensification des systèmes de culture ou d'élevage y apparaît au contraire comme « une opération risquée et dangereuse ». La pratique de l'association dans une même parcelle de cultures aux exigences et comportements physiologiques différents, très largement pratiquée chez les petits paysans du Tiers-Monde, répondrait à des préoccupations semblables : l'agriculteur peut espérer ainsi que les diverses espèces ou variétés associées ne soient pas toutes affectées de la même façon par les éventuels accidents climatiques ou phytosanitaires, et qu'il y aura donc toujours quelque chose à récolter. De telles pratiques ne correspondent cependant pas toujours à l'intérêt des classes au pouvoir qui peuvent souhaiter au contraire une spécialisation des systèmes de production*

qui prendrait davantage en compte les « avantages comparatifs » des différentes régions et permettraient sans doute des économies d'échelle.

La précarité dans laquelle opèrent de nombreux petits agriculteurs du Tiers-monde n'incitent pas ces derniers à recourir au crédit pour acheter des intrants (semences sélectionnées, engrais chimiques, pesticides, etc...) qu'ils risqueraient de ne pas pouvoir payer en cas de mauvaises récoltes accidentelles. Il serait catastrophique pour eux de devoir vendre leurs terres au cas où la récolte ne suffirait pas pour satisfaire les besoins de leurs familles et rembourser les emprunts. Nombreux sont déjà les paysans d'Asie et d'Amérique Latine qui furent ainsi condamnés à perdre leurs propriétés et rechercher ensuite un hypothétique emploi dans les exploitations à salariés ou les faubourgs des grandes villes. L'intégration aux échanges marchands représente donc pour certains un risque considérable, et il n'est pas rare de voir les paysans minifundistes s'efforcer de mettre en œuvre des systèmes de production presque exclusivement destinés à l'autosuffisance vivrière avec un recours minimum à l'achat d'intrants. On n'est donc pas surpris de constater que les tentatives de promouvoir dans ces conditions les techniques de la « révolution verte » fondées sur l'emploi de variétés à hauts potentiels de rendement ont presque toutes échoué. Georges COURADE nous signale d'ailleurs ci-dessous que ces techniques dérivées des systèmes de culture pratiqués dans les pays industriels n'ont été adoptées dans le Tiers-Monde que par des exploitants favorisés et « prêts à prendre des risques ».

Tout le monde s'accorde en fait aujourd'hui à reconnaître que seuls des exploitants ayant une assise foncière et financière suffisante peuvent se permettre de choisir des systèmes de production spéculatifs dont les résultats peuvent être rémunérateurs mais présentent des variations interannuelles importantes. Rien ne garantit cependant que de tels exploitants capitalistes aient toujours intérêt à mettre en œuvre les systèmes de production les plus conformes à l'intérêt général, car il peut exister parfois des opportunités de placement du capital bien plus lucratives dans des secteurs non directement productifs : spéculation immobilière, commerce, loteries, etc... C'est ainsi qu'en Amérique Latine, de nombreux latifundia se caractérisent par des systèmes de production extensifs (élevage bovin naisseur sur prairies naturelles, plantations de cannes à sucre d'âge avancé,...) car leurs propriétaires réinvestissent leurs revenus d'exploitants agricoles dans d'autres activités, souvent urbaines (Brésil, Vénézuéla, Honduras,...).

##### 5. LA FOURNITURE DE CRÉDITS ET L'APPROVISIONNEMENT EN INTRANTS

Des taux d'intérêt élevés et la crainte que les terres ne leur soient confisquées pour cause de non remboursement n'incitent guère les paysans à emprunter pour investir. C'est pourquoi, afin de soustraire les exploitants les plus pauvres de l'influence des commerçants usuriers, et leur permettre de moderniser leurs systèmes de production

sans risques majeurs, l'État est souvent amené à mettre en place des agences officielles spécialisées dans la fourniture de crédits agricoles aux petits paysans. Les prêts ainsi octroyés se réfèrent généralement à l'achat d'intrants utilisables au cours d'une même saison agricole ou à l'acquisition de matériels et d'infrastructures amortissables à plus long terme. Ces crédits de campagne ou d'équipement sont presque toujours fournis à des taux d'intérêt stables et incitatifs.

Mais dans la majorité des cas, l'État n'accorde les prêts que moyennant des règles très strictes quant à leurs conditions d'utilisation : crédits accordés pour l'achat de moyens de production dont la nature est spécifiée à l'avance (intrants, animaux, matériels,...) et qui sont destinés à des cultures ou des élevages très précis. De peur que les prêts ne puissent être utilisés à d'autres fins que celles pour lesquelles ils ont été conçus, les agences officielles de crédit n'avancent que très rarement de l'argent aux agriculteurs et préfèrent fournir directement les biens en question. Le problème est que l'agriculteur gère fréquemment des systèmes de production qui incluent aussi des activités autres que celles pour lesquelles des crédits sont accordés. Ses entrées et sorties d'argent évoluent en fonction de la gestion de l'ensemble de son exploitation et les besoins réels de financement peuvent se faire sentir à des périodes et pour des raisons pour lesquelles l'État n'a rien prévu. Le petit paysan ne différencie d'ailleurs pas nécessairement les comptes de son exploitation et ceux de sa famille. La trésorerie est commune, et l'agriculteur peut avoir intérêt à faire des emprunts qui satisfassent à la fois des besoins pour la production agricole et pour la consommation familiale. Mais les agences officielles de crédit ne prennent généralement pas en compte ce type de préoccupations. À cela s'ajoute qu'il est très rarement envisagé d'accorder des crédits spécifiques aux femmes, même lorsque celles-ci, comme dans certains villages d'Afrique Noire, sont responsables de l'essentiel de la production vivrière et conduisent leurs systèmes de culture en toute autonomie. Il en résulte que le recours à l'usurier peut encore s'avérer indispensable. Les exploitants sont alors amenés à devoir « jongler » avec les différents prêts qui leur sont accordés, au risque cependant de ne pas respecter les consignes qui leur sont données (épandage des engrais sur d'autres cultures que celles théoriquement prévues, revente de matériel pour rembourser l'usurier,...) et se retrouver ensuite sanctionnés.

Les interventions de l'État en matière de crédit ne parviennent pas non plus toujours à faire en sorte que les agriculteurs disposent d'une sécurité suffisante quant à la fourniture des intrants adéquats aux moments opportuns. Les dispositifs mis en place par l'État pour fournir ces intrants en relation étroite avec le crédit ne présentent généralement pas la souplesse nécessaire pour permettre aux agriculteurs de modifier subitement leurs intentions en fonction des conditions sans cesse changeantes de la production. Un exploitant ne peut pas toujours, en effet, prévoir longtemps à l'avance le type de semences ou la dose d'engrais qu'il devra utiliser, car selon les aléas

climatiques, les conditions phytosanitaires, le recrû des adventices et toutes sortes d'évènements plus ou moins prévisibles, il devrait logiquement modifier ses plans et adapter son système de production aux nouvelles circonstances. Face aux rigidités de nombreuses institutions étatiques, cela n'est pas toujours possible ; et le recours au crédit officiel n'est pas sans présenter de sérieux risques.

Des tentatives ont lieu aujourd'hui dans quelques pays (Haïti, Rwanda, Sénégal...) pour impliquer davantage les organisations paysannes dans la gestion des prêts. L'expérience montre que la mise en place de petites caisses de crédit agricole mutuel peut s'avérer efficace dans la mesure où en drainant l'épargne rurale, ces caisses disposent effectivement d'un fonds de roulement propre et ne dépendent pas totalement de la participation des pouvoirs publics pour leur financement. Les petits agriculteurs souhaitent avant tout pouvoir disposer de liquidités quand interviennent des « trous » dans leur trésorerie. Les caisses d'épargne et de crédit coopératives peuvent assumer cette fonction en échange du fait que ces mêmes agriculteurs leur confient leur épargne au moment où ils disposent davantage de revenus. L'ensemble fonctionne aisément lorsque sorties et rentrées d'argent ne se font pas toutes au même moment pour tous les agriculteurs. L'intérêt d'une telle formule est que les administrateurs des caisses sont en mesure de connaître les besoins réels de chaque adhérent et d'apprécier sa capacité d'emprunt.

## 6. LA MAÎTRISE DE L'EAU

La maîtrise de l'eau apparaît à beaucoup comme le moyen privilégié de permettre aux agriculteurs d'intensifier la production sans la crainte de voir brutalement leurs efforts réduits à néant. Et nombreux sont les États prêts à investir des sommes considérables dans les aménagements hydro-agricoles. On attend notamment de l'irrigation qu'elle puisse pallier l'irrégularité des pluies et fournir l'eau nécessaire à la croissance et au développement des plantes cultivées lorsqu'interviennent des périodes de déficit hydrique plus ou moins prévisibles. Le contrôle des crues et le drainage doivent, quant à eux, réduire les risques d'inondations et d'excès d'eau intempestifs.

Le fait est que les aménagements hydro-agricoles contribuent fréquemment à régulariser et accroître la production agricole en réduisant très fortement les risques au niveau des producteurs. Chacun sait, par exemple, que la maîtrise de l'eau dans certaines régions d'Asie a permis autrefois l'émergence de puissantes sociétés agraires et rendu possible des densités démographiques parmi les plus élevées du monde. Aujourd'hui encore, ce sont les régions où irrigation et drainage ne font pas défaut qui offrent de possibilités pour l'essor de la « révolution verte » : Pundjab indien ou pakistanais, plateau anatolien, périmètres irrigués du Nord-Est mexicain, etc... Mais l'histoire montre aussi que les aménagements hydro-agricoles ne fonctionnent véritablement à pleine capacité que lorsque la distribution de l'eau et l'entretien des périmètres font l'objet d'une organisation très rigoureuse.



*La répartition des droits d'accès à l'eau doit être unanimement reconnue et ne pas donner lieu à controvertes, au risque, sinon, de voir les querelles dégénérer en un immense gaspillage. Les exemples sont nombreux, où, faute d'un accord véritable entre tous les ayant-droits, l'eau d'irrigation est attribuée à chacun par une administration extérieure, plus ou moins autoritaire et corrompue, avec pour conséquences une incertitude généralisée : des brèches creusées dans les canaux, des cadenas sectionnés au niveau des répartiteurs, une répression inéluctable, et de l'eau circulant à perte dans toutes les directions... Beaucoup de praticiens s'accordent à reconnaître qu'il ne peut y avoir aujourd'hui de pleine utilisation des possibilités offertes par les aménagements hydro-agricoles sans participation démocratique des exploitants à leur gestion. Mais une telle gestion collective apparaît bien difficile quand les aménagements sont de très grande taille et quand les différenciations sociales sont importantes entre les ayant-droits.*

*L'entretien des périmètres (récuretage des canaux, plantation des parcelles, réfection des diguettes, etc...) constitue aussi très souvent une pomme de discorde, et cela notamment lorsque la propriété foncière ne paraît pas définitivement acquise aux exploitants. À quoi bon, en effet, participer à l'effort collectif, si on n'est pas sûr de pouvoir en bénéficier pendant les années suivantes ? Le problème ne saurait être résolu en confiant l'entretien à une entreprise ou une institution spécialement conçue à cet effet ; car les exploitants rechignent alors à payer ses services tant que leurs droits sur le foncier ne sont pas définitivement reconnus. L'expérience de presque tous les aménagements hydro-agricoles du Sahel démontre parfaitement que la précarité dans laquelle travail encore la majorité des paysans va totalement à l'encontre de leur pleine utilisation<sup>6</sup>.*

## 7. DROITS FONCIERS ET RÉFORMES AGRAIRES

*L'indivision des terres apparaît souvent comme un obstacle à l'intensification agricole et à la préservation du patrimoine foncier. Les exploitants individuels ne prennent jamais le risque d'investir leur travail ou leur argent dans une quelconque amélioration foncière (amendements, fertilisation, drainage, aménagements anti-érosifs,...) tant qu'ils ne sont pas assurés de pouvoir bénéficier des avantages qui en résultent.*

*Le problème est particulièrement grave en Haïti, où la propriété privée de la terre est pourtant solidement établie depuis le siècle dernier. Dans ce pays à très forte pression démographique, les coûts d'arpentage et les frais notariaux sont devenus tellement exorbitants que de nombreuses familles paysannes n'ont plus les moyens financiers suffisants pour procéder au partage des terres lors des transmissions par héritage. De nombreux lopins restent donc formellement indivis. Certains sont parfois l'objet d'un partage à l'amiable, sans donner lieu à l'apparition de titres de propriété individuels, mais les conflits entre cohéritiers ne manquent pas d'apparaître, notamment lorsque l'un d'entre eux qui avait tenté sa*

chance en ville ou à l'étranger retourne au village et s'efforce de faire valoir ses droits sur des terres cultivées par d'autres depuis plusieurs années. Cette précarité de la tenure foncière qui résulte de l'indivision n'incite pas les agriculteurs à planter des arbres, établir des haies, ou aménager des terrasses, sur des terres pentues qui sont pourtant soumises à une intense érosion pluviale. La prise en charge par l'État des frais d'arpentage et de notariat devrait constituer dans ce cas une mesure de politique agricole prioritaire avant tout effort de vulgarisation.

En Afrique Noire, le droit coutumier sur la terre s'oppose encore fréquemment à l'établissement d'un régime de propriété privée. Les terres accordées en usufruit aux exploitants individuels sont généralement l'objet de redistributions périodiques, et la pratique de la vaine pâture après récolte est encore usuelle. Ces contraintes collectives n'incitent guère les agriculteurs à planter des arbres et fertiliser les terres. Nombreux sont donc les gouvernements qui tentent de mettre fin à ces coutumes et autoriser les concessions de longue durée avec droit d'enclôre. Le foncier autrefois indivis fait de plus en plus l'objet d'une véritable appropriation privée. Mais celle-ci profite souvent moins aux producteurs agricoles qu'à des fonctionnaires ou des commerçants qui exploitent alors leurs terres en faire valoir indirect ou par l'intermédiaire de salariés.

La concentration foncière qui existe dans de nombreux pays d'Asie ou d'Amérique Latine s'accompagne souvent d'une très grande insécurité pour les paysans, à qui les terres sont confiées généralement en métayage ou en fermage, et cela, pour des périodes mal définies ou de courte durée.

L'incertitude permanente dans laquelle opèrent les agriculteurs n'est pas de nature à favoriser les investissements destinés à l'accroissement de la productivité agricole. Le risque serait beaucoup trop grand, pour les petits paysans, de voir les fruits de leurs efforts bénéficier à d'autres... De véritables réformes agraires, destinées à redistribuer les terres et mettre fin à toutes les formes de tenure précaire s'avèrent alors indispensables. Les succès de la « révolution verte » à Taïwan et en Corée sont là pour démontrer que par le biais de réformes agraires radicales, il est possible de créer une classe de petits propriétaires fonciers entreprenants. Mais beaucoup de gouvernements d'Amérique Latine (Cuba, Pérou, Salvador,...) ou d'Afrique (Éthiopie, Algérie,...) ont voulu mettre à profit les réformes agraires pour enrôler d'emblée les paysans bénéficiaires dans des « coopératives de production » subordonnées aux interventions de l'État. De nouveau dans l'incertitude, les agriculteurs renoncent alors à prendre des risques et se réfugient dans des attitudes de résistance passive.

Les politiques agro-alimentaires apparaissent en définitive très délicates à définir et mettre en œuvre. L'État est constamment amené à faire des arbitrages entre des options plus ou moins contradictoires : entre les intérêts des producteurs et ceux des consommateurs, entre les productions vivrières et celles destinées à l'exportation, entre la mécanisation rapide de l'agriculture et les risques

*de chômage, etc... Ces arbitrages ne peuvent être indépendants des rapports de force au sein de la société et l'État doit veiller à tenir compte des intérêts et des attitudes des diverses classes ou couches sociales concernées face aux risques de toutes natures : climatiques, parasitaires, économiques, etc... Les trois contributions qui suivent sont de nature à illustrer et alimenter le débat : Philippe COUTY nous invite à prendre en considération le souci de sécurité qui anime la plupart des paysans africains et les amène très souvent à donner la préférence à des systèmes de production extensifs dans lesquels les cultures de rente ne viennent qu'en complément de celles destinées à l'autofaisance vivrière familiale.*

*Michel LABONNE examine quant à lui l'évolution des prix et l'attitude des consommateurs face aux variations brutales des quantités de biens alimentaires offertes sur les marchés des pays à faible revenu, et s'interroge sur la capacité des nations les plus pauvres à maîtriser les risques qui en découlent dans le seul cadre national.*

*Georges COURADE, enfin, étudie les effets des interventions étatiques mises en œuvre dans le Tiers-Monde sur la sécurité alimentaire des pays concernés, et souligne que les conditions n'y sont généralement pas réunies pour que d'éventuels « États providences » puissent vraiment agir efficacement sur les facteurs d'insécurité.*

Marc DUFUMIER

Agronome INRA

INA-PG, 16 rue Claude Bernard  
75231 Paris Cedex 05

#### NOTES

1. En 1972, alors que les États-Unis entreprenaient de diminuer leur production céréalière afin de réduire leurs excédents, la production mondiale de céréales chute soudainement de 33 millions de tonnes. Par crainte d'une pénurie sur le marché international, l'URSS se porta subitement acquéreur de 30 millions de tonnes de blé et céréales secondaires. Cela suffit pour provoquer une hausse brutale des prix en 1973 et 1974 : les prix du maïs triplèrent sur le marché mondial ; ceux du blé et du riz furent multipliés par 4 ; et ceux des pays du Tiers-Monde qui étaient déficitaires durent faire face à de très graves problèmes d'approvisionnement.

2. Travail direct des agriculteurs et travail nécessaire pour produire les intrants et le matériel agricole.

3. Face aux gains de productivité obtenus avec les cultures de colza, tournesol et soja dans les pays industriels, la production d'arachide a diminué de plus de la moitié dans les pays de l'Afrique sahélienne entre 1970 et 1985.

4. Il serait utile à ce propos d'évaluer le fonctionnement des nombreuses « banques de céréales » qui ont été créées ces dernières années au Sahel pour encourager le stockage villageois et réduire les très fortes variations annuelles de prix. Grâce à un fonds de roulement qui provient de l'aide étrangère, ces « banques » coopératives achètent les céréales aux agriculteurs lorsque ceux-ci éprouvent un besoin pressant d'argent, et sont ensuite en mesure de les leur revendre, en période de soudure, à un prix pas beaucoup plus élevé, la marge bénéficiaire devant seulement couvrir les frais d'entreposage et de conservation.

5. Mais Philippe COUTY, Georges COURADE et Michel LABONNE nous rappellent très justement dans les articles qui suivent, qu'une fois accoutumés à des produits alimentaires bon marché, les consommateurs urbains réagissent très violemment aux réévaluations brutales de prix du type de celles prônées par le F.M.I. dans le cadre des « plans d'ajustement structurel » (cf. les émeutes en Tunisie).

6. Le cas de l'office du Niger, au Mali, en est sans doute la plus parfaite illustration.

# Risque agricole, périls économiques

Philippe COUTY \*

Cette note a pour but de montrer que le risque agricole, entendu au sens strict <sup>1</sup>, devrait être considéré dans un ensemble de difficultés dont il n'est pas possible de l'isoler.

On traitera ce sujet en recourant à des exemples africains.

\* \* \*

Rappelons pour commencer que la nature même du risque agricole engendre une préférence pour les pratiques de culture extensive, c'est-à-dire pour l'utilisation d'une quantité relativement faible d'intrants par unité de surface. Pourquoi ? Parce que dans ce qu'on peut appeler la fonction de production agricole, l'absence de liaison sûre et garantie entre un certain volume d'intrants et une certaine quantité de produit <sup>2</sup>, — fondamentalement, c'est *cela*, le risque agricole —, pousse les agriculteurs à chercher des compensations dans l'espace et dans le temps.

Dans l'espace, une parade au risque agricole consiste à disperser les facteurs rares, en particulier le travail, sur des surfaces étendues. Cette tendance connaît son maximum chez les pasteurs, « condamnés » à une mobilité qui leur permet de relier les trois composantes de l'élevage que sont le pâturage, l'eau et la cure salée (MARTY 1985, p. 147). Chez les agriculteurs, la culture extensive tire parti du fait que les mauvais rendements imputables à la sécheresse ou aux prédateurs ne se distribuent pas de façon uniforme dans toute l'étendue de l'espace mis en valeur, mais frappent en général une partie de cet espace à l'exclusion relative des autres <sup>3</sup>.

Cette stratégie de sécurité est poursuivie avec d'autant plus de détermination que la recherche d'une bonne productivité du travail, elle aussi, conduit les agriculteurs à pratiquer la culture extensive tant que la situation foncière le permet, — fussent les rendements à l'hectare en souffrir. Il existe donc *deux* forces puissantes qui jouent dans le même sens et qui concourent ensemble à maintenir, ou quelquefois à rétablir les pratiques extensives tant qu'elles sont possibles (CHARMES, COUTY et WINTER, 1985). En outre la dispersion des facteurs rares s'accorde bien avec une certaine diversification des spéculations, chacune d'entre elles pouvant s'accommoder d'une combinaison différente d'intrants.

---

\* Économiste ORSTOM, 213 rue La Fayette, 75580 Paris cedex 10.

Dans le temps, la recherche de compensations pousse tout aussi fortement à la diversification. Les agriculteurs jouent par exemple sur le décalage, au cours d'une même saison des pluies, des variétés à cycle court et à cycle plus long<sup>4</sup>. Ils combinent cultures pluviales et cultures de décrue quand la topographie et le climat s'y prêtent<sup>5</sup>. Enfin, d'une année sur l'autre, ils pratiquent des rotations caractéristiques<sup>6</sup>.

Pour intéressantes qu'elles soient, ces solutions peuvent mener à des blocages. La dispersion des facteurs rares, par définition, fait obstacle à l'intensification, alors même que cette dernière semblerait opportune en raison d'un manque croissant de terre. Dans un travail récent consacré aux grands planteurs du Moronou (Côte d'Ivoire), GASTELLU donne un exemple frappant d'une telle situation :

*« Les planteurs se plaignent de la cherté des engrais... Ils n'épandent d'engrais pour le cacao et le café qu'une année sur deux. Ils économisent ainsi en partie les achats d'engrais... Leur raisonnement est le suivant : l'engrais n'est d'aucune efficacité quand les pluies sont insuffisantes ; il est donc prudent de n'en répandre que dans certaines limites, les risques d'une mauvaise pluviosité étant assez élevés » (GASTELLU 1984, p.73).*

En mentionnant les compensations dans le temps, nous venons de passer à une analyse dynamique du risque agricole et de ses suites. Poursuivons cette analyse, mais en essayant d'adopter une perspective macro-économique. En période moyenne ou longue, caractérisées en Afrique par un rapide accroissement démographique, le problème du risque agricole stricto sensu s'efface au plan global devant une série de difficultés qu'on peut exprimer par l'alternative suivante :

— Ou bien engager le pays dans la voie d'une relative autonomie agricole, et assumer une gamme de risques inévitablement accrus par une intensification tout aussi inévitable ;

— Ou bien sacrifier l'autonomie en augmentant les importations alimentaires, ce qui permettra d'éviter ou de retarder l'intensification, mais ce qui occasionnera en revanche d'autres risques et d'autres coûts.

On essaiera, dans la suite de cette note, d'identifier les principaux effets de l'une et de l'autre politique.

\* \* \*

L'alternative qui vient d'être tracée peut être rapprochée du modèle exposé par E. BOSERUP<sup>7</sup> en 1965, modèle qui conserve encore aujourd'hui une grande capacité d'explication.

En situation de croissance démographique et de pression plus forte de la population sur les terres, toutes choses égales par ailleurs, il n'est pas absurde de postuler une tendance à l'intensification agricole. Autrement dit, l'étendue des terres cultivables et l'état des techniques étant donnés, les agriculteurs se résignent à recourir, de période en période, à une quantité accrue d'intrants par unité de surface. Pourquoi ? Parce que c'est pour eux le seul moyen d'obtenir, grâce à un certain accroissement des rendements, l'indispensable augmentation de la production totale qui ne peut plus, dans un espace en voie de saturation, être atteinte par une extension supplémentaire des surfaces cultivées.

Dans des systèmes de production manuels, à faible technicité, quel est l'intrant dont l'utilisation peut sans grand problème être accrue de la sorte ? Évidemment, d'abord le travail : façons culturales plus soignées, sarclages plus nombreux, surveillance plus assidue des oiseaux, glane plus minutieuse après la récolte, etc. Dans la terminologie de R. BADOIN (1981), cette première étape de l'intensification conduit à des « systèmes intensifs à dominante travail ». Des étapes ultérieures, ou des variantes du processus, peuvent conduire à des systèmes intensifs reposant sur l'emploi de facteurs de production soit complémentaires du facteur travail (exemple : consommations intermédiaires d'engrais, exigeant un travail d'épandage) soit substituables au facteur-travail (exemple : capital d'exploitation tel que machines économisant le travail...). R. BADOIN parle alors de systèmes intensifs « à dominante consommations intermédiaires » ou « à dominante capital d'exploitation ».

Dans le cas de l'intensification simple, celle qui recourt surtout au travail humain, l'expérience montre qu'en l'absence de variétés améliorées, d'engrais, d'herbicides, de pesticides, les augmentations de rendement obtenues ne sont généralement pas proportionnelles à l'accroissement de l'effort consenti. Si le nombre de jours de travail par hectare double, le produit à l'hectare s'accroît sans doute, mais de  $\frac{1}{3}$  ou de  $\frac{1}{2}$  seulement. Dès lors, le rapport entre la quantité produite et la quantité de travail fournie, autrement dit la productivité du travail, subit une diminution alors pourtant que les rendements à l'hectare s'élèvent<sup>8</sup>.

S'il y a baisse de la productivité du travail agricole, donc de sa rémunération physique, la tendance des agriculteurs à migrer en ville se confirme ou se renforce. D'où accroissement de la demande urbaine de produits vivriers<sup>9</sup>, et hausse probable des prix des denrées alimentaires en ville.

Si les consommateurs urbains, ou partie d'entre eux, ont la possibilité de supporter cette hausse, grâce par exemple aux revenus non négligeables tirés des activités informelles, on voit apparaître alors un correctif à la baisse de productivité physique du travail agricole résultant de l'intensification. Les agriculteurs produisent moins par jour de travail fourni, mais si ce moins est vendu plus cher, alors la rémunération monétaire du travail agricole peut être maintenue ou même augmenter. À une condition : que les intermédiaires des circuits de distribution ne captent pas la majeure partie du supplément de recette lié à la hausse des prix. Et en admettant de surcroît que les prix des biens et services demandés par les agriculteurs (exemple : les produits importés) s'élèvent moins vite que ceux des produits alimentaires commercialisés par eux.

Au bout du compte, en introduisant une compensation à l'effort accru des agriculteurs, la hausse des prix alimentaires pourrait favoriser l'intensification. Elle pourrait même, dans certains cas, en être une condition nécessaire, sinon suffisante.

Tout ce qui vient d'être dit ne concerne que le début du cheminement vers l'agriculture intensive, autrement dit l'étape de l'intensification à dominante travail. On passe ensuite, nous l'avons vu, à d'autres étapes reposant de plus en plus sur l'emploi de consommations intermédiaires et de capital d'exploitation. La productivité physique du travail commence à augmenter fortement, mais les quantités produites deviennent si considérables que les prix demandés aux consommateurs sont appelés à baisser. Apparaissent alors une série de problèmes qui concernent plus les agricultures subventionnées des pays très industrialisés que celles des pays en développement. De toute façon, c'est le progrès technique et sa diffusion qui deviennent à ce moment le moteur d'une

baisse des coûts de production profitant à la fois aux consommateurs et aux producteurs.

Opter pour l'intensification telle que nous venons de la décrire, c'est prendre les moyens de préserver une certaine indépendance alimentaire. Le pays sera davantage en mesure de produire ce qu'il consomme. Il faut bien voir toutefois qu'en s'engageant dans cette voie, on accroît le risque agricole stricto sensu. Plus exactement : on se prive de plus en plus de l'assurance contre le risque agricole que constituent dans une certaine mesure les pratiques de culture extensive. Cette affirmation appelle deux remarques.

En premier lieu, l'intensification *poursuivie jusqu'à son terme* implique une artificialisation du milieu (irrigation, par exemple) qui doit en principe diminuer le risque agricole bien plus que ne pouvaient le faire les pratiques de culture extensive. Ce serait donc seulement pendant les premières étapes de l'intensification qu'on peut craindre un accroissement des risques.

En second lieu, l'ancienne couverture des risques obtenue par dispersion dans l'espace des intrants rares pourra continuer à jouer en agriculture intensive, mais à une autre échelle et d'une autre manière qu'en agriculture extensive. Non plus dans le cadre de l'exploitation, mais dans celui de la région ou de la nation ; non plus par dispersion, mais par concentration sélective.

Il ne s'agira plus en effet pour l'unité d'exploitation de se prémunir contre le risque en multipliant et en dispersant les parcelles cultivées. Ce qui devient désormais indispensable, c'est d'organiser l'effort agricole sur toutes les parties favorables du pays, et sur celles-là de préférence ou même exclusivement, puisque le facteur-travail est objectivement rare en Afrique. Cela suppose une organisation de la solidarité telle que les cultivateurs travaillant dans une zone affectée par un accident climatique ne supportent pas seuls le dommage survenu. Bien sûr, si de tels accidents venaient à se répéter dans certaines zones, cela pourrait conduire à juger douteuse la vocation de ces zones à l'intensification. Il y aurait alors des décisions à prendre en matière d'aménagement du territoire et d'affectation des ressources, non sans risques politiques ou stratégiques.

Mais la sélection des espaces et des groupes en vue de l'intensification suppose aussi une bonne gestion ou une bonne organisation des échanges, puisque intensification équivaut à spécialisation. Certes, il faut se garder d'aller trop loin dans cette voie, et MARTY a raison de rappeler l'existence de « systèmes ruraux » qui peuvent et doivent progresser dans toutes leurs composantes<sup>10</sup>. Néanmoins, on ne répétera jamais assez que la division du travail est une condition du développement, tout comme l'intensification agricole. On retrouve ici des évidences qui remontent à Adam SMITH et qui peuvent présenter quelques aspérités. Entre autres celle-ci : intensification, spécialisation, division du travail, tout cela risque d'accroître les disparités régionales. Seul un véritable État, doté d'une administration compétente et efficace, pourra concevoir et appliquer les mesures qui rendront ces disparités tolérables. Dans bien des pays africains d'aujourd'hui, ce serait peu de dire que l'intensification est une politique risquée : elle est socialement dangereuse, sans aucune espèce de doute.

Parmi ces dangers, ceux qui peuvent découler de l'augmentation des prix agricoles ne doivent pas être minorés. L'exemple récent de la Tunisie est encore présent dans les mémoires. Certes, des travaux récents relatifs au secteur non structuré donnent à penser que la solvabilité de certains travailleurs urbains, plus grande qu'on ne le pense généralement, ne fait peut-être pas obstacle à l'augmentation du prix de certains produits (CHARMES, COUTY et WINTER, 1985). Il n'en reste pas moins qu'en ce domaine, les risques

de fausses manœuvres et de dérapages sont considérables, et doivent être pesés avec soin. La nécessité d'informations sûres, donc scientifiques, est ici particulièrement pressante.

\* \* \*

Revenons à la question fondamentale : l'augmentation des prix-producteurs, liée aux premières étapes de l'intensification agricole, est-elle inévitable ?

Dans un article récent (MELLOR, 1984), MELLOR explique que la pauvreté dans les pays à faible revenu ne peut diminuer que par le jeu de deux tendances simultanées : l'augmentation de la production alimentaire, la baisse du prix des denrées consommées. Pour obtenir en même temps ces deux résultats, il faut que très vite l'intensification cesse d'exiger surtout du travail, et qu'elle commence à recourir aux consommations intermédiaires et au capital d'exploitation. Autrement dit, il est urgent d'inventer et de vulgariser, en plein accord avec les paysans, des changements techniques propres à préserver ou même à accroître la productivité du travail. C'est seulement ainsi qu'on pourra dans une certaine mesure se passer de l'augmentation des prix-producteurs compensant la baisse de productivité du travail qui caractérise les débuts de l'intensification.

Or, il ne faut pas se dissimuler qu'en ce domaine, les perspectives paraissent moins bonnes en Afrique aujourd'hui qu'elles ne l'étaient en Asie pendant les années 60. Les sols africains souvent sont peu fertiles, le contrôle de l'eau pose de graves problèmes. Le repérage et la délimitation des zones convenant à l'intensification ne sont pas très avancés. Enfin, à la différence de l'Asie il y a vingt ans, l'Afrique reste encore aujourd'hui, très généralement, un continent où c'est le facteur-travail qui fait défaut en agriculture, plutôt que la terre. Ces circonstances ne favorisent ni l'intensification ni le changement technique <sup>11</sup>.

Le problème se complique encore du fait que, selon certains, la productivité du travail agricole en Afrique semble moins médiocre dans le domaine des cultures d'exportation que dans celui des productions vivrières destinées à la consommation locale. Si ces vues sont justes, on peut alors se demander s'il ne serait pas plus économique pour l'Afrique de se spécialiser de plus en plus dans la production pour l'exportation, puisque cela lui permettrait de se nourrir à bas prix grâce à des importations accrues. D'autres pays, après tout, à d'autres époques et dans des contextes différents, ont longtemps trouvé avantage à un choix de ce genre. MELLOR montre cependant qu'ainsi posée, la question n'a pas beaucoup de sens, pour quatre raisons :

— Le souci de la sécurité pousse les paysans africains à produire pour l'exportation seulement dans la mesure où leurs besoins alimentaires sont à peu près couverts par une production domestique. Par conséquent, loin d'entrer en concurrence, la production vivrière et la production pour l'exportation sont complémentaires. Augmenter la productivité des cultures vivrières est le plus sûr moyen d'accroître la production pour l'exportation.

— Une partie importante des ressources africaines en facteur-travail se trouve déjà engagée dans la production vivrière. Laisser stagner la productivité de ce secteur, c'est abandonner pour longtemps encore de nombreuses personnes à la pauvreté et à la malnutrition.

— Les situations et les potentialités agricoles sont extrêmement diverses en Afrique. Rien ne permet donc de dire que l'ensemble du continent aurait un



avantage comparatif global à se tourner vers les productions d'exportation au détriment des cultures vivrières.

— Enfin aucun gouvernement n'acceptera d'importer les denrées alimentaires nécessaires à la population du moment qu'il existe des possibilités raisonnables de production sur place.

Il est donc bien clair — mais qui en doutait ? — que c'est la production agricole africaine *dans son ensemble* qu'il convient d'intensifier : celle qui, par le biais des exportations, procure les devises indispensables à tout pays en développement<sup>12</sup>, comme celle destinée à la consommation locale. Il devient donc sans objet d'examiner en détail les risques qui s'attachent à l'autre branche de l'alternative, à savoir l'importation croissante et massive de denrées alimentaires. Rappelons-les simplement pour mémoire : dépendance accrue à l'égard de l'extérieur, déséquilibre croissant de la balance commerciale, affectation des devises disponibles à la consommation et non à l'investissement, accélération de l'exode rural et du chômage urbain, vieillissement de la population paysanne, stagnation et diminution de la production agricole.

C'est peut-être ce dernier trait qui recèle le plus de perversité. À moyen ou long terme, en effet, le danger majeur des importations de produits alimentaires est qu'elles font obstacle à la croissance de l'agriculture locale, alors que seule pourtant cette croissance peut soutenir une demande généralisée et solvable de biens et services à fort contenu d'emploi (HAZELL et ROELL 1983 ; ÉTIENNE 1984). On redécouvre aujourd'hui des liaisons et des entraînements un peu oubliés depuis HIRSCHMAN, qui peuvent entraîner une modeste mais réelle diffusion des revenus dans un tissu économique naissant, à la campagne et en ville<sup>13</sup>. MELLOR note que les revenus versés par les paysans aux commerçants, aux artisans, aux transporteurs, sont affectés d'abord à la consommation alimentaire, à tel point d'ailleurs que même lorsque la production agricole locale augmente, des importations d'appoint peuvent assez vite se révéler nécessaires. Tel est notamment le cas lorsque l'accroissement de la consommation de viande incite les éleveurs à nourrir leurs animaux avec des aliments importés, des céréales par exemple.

\* \* \*

Il ne faut donc ni schématiser ni durcir l'alternative qui semble opposer la production agricole locale aux importations alimentaires, comme on s'est trop plu à le faire lorsqu'on s'est livré au débat sur le développement autocentré et la revitalisation des sociétés paysannes, après 1981. Parlons plutôt d'une transformation de l'agriculture et de l'élevage qui reposera sur l'intensification, l'augmentation de la production, la diffusion du revenu, l'accroissement et l'amélioration de la consommation alimentaire, l'augmentation des échanges intérieurs et extérieurs. Parcours difficile, semé de risques allant bien au-delà du risque agricole proprement dit. La maîtrise et la gestion de ces risques devraient constituer le principal objectif de ce qu'on appelle politique agricole ou stratégie alimentaire. Force est de convenir qu'en Afrique, jusqu'ici, ces belles choses existent surtout sur le papier. Mais le risque agricole, lui, avec tous ses prolongements, existe plus que jamais.

BIBLIOGRAPHIE

- BADOUIN (R.) 1981. — L'analyse économique du système productif en agriculture, *in* Essai de définition de quelques concepts utilisés pour l'analyse des milieux ruraux (compte-rendu d'une réunion ORSTOM tenue à l'Institut National Agronomique le 10/9/81), INSEE-Coopération, Groupe AMIRA, 13 p. *multigr.*
- BILLAZ (R.), DIALLO (I.), TOURTE (R.) 1981. — La recherche appliquée au service du développement rural régional : l'exemple du Yatenga en Haute-Volta. IFARC-GERDAT, IPD-ADS, IRAT-GERDAT, Journées Recherche-Développement en milieu rural, communication n° 13, 42 p. *multigr.*
- BOSERUP (E.), 1970. — Évolution agraire et pression démographique, Flammarion éd. Paris, 218 p.
- BOULET (J.), 1975. — Magoumaz, pays mafa (Nord-Cameroun). Étude d'un terroir de montagne. ORSTOM éd. Paris, 94 p., *Atl. des Struct. Agr. au sud du Sahara* n° 11.
- CHARMES (J.), COUTY (Ph.), WINTER (G.), 1985. — Rapports Nord-Sud : pour des stratégies de développement plus réalistes et mieux informées. *In* Économies en transition, ORSTOM éd., Dépt. H, Paris : 51-83, *multigr.*
- ÉTIENNE (G.), 1984. — Transfert de technologie, développement rural et modes de consommation en Asie. Communication au Congrès International des Économistes de Langue Française, Clermont-Ferrand 24-26 mai 1984, 16 p. *multigr.*
- GALBRAITH (J. K.), 1975. — Economics and the public purpose. Penguin Books éd., Harmondsworth, 352 p.
- GASTELLU (J. M.), 1984. — Une Économie du Trésor : les grands planteurs du Moronou. IV. Le fonctionnement des plantations. ORSTOM éd., Bondy, 168 p. *multigr.*
- HAZELL (P.R.B.) et ROELL (A.), 1983. — Rural growth linkages : household expenditure patterns in Malaysia and Nigeria. International Food Policy Research Institute éd. Washington, Research Report n° 41, 64 p.
- International Food Policy Research Institute (IFPRI), 1986. — IFPRI Report 1985, IFPRI éd. Washington, 63 p.
- LEPLAIDEUR (A.), 1985. — Les systèmes agricoles en zone forestière : les paysans du Centre et du Sud-Cameroun. Université de Montpellier I, Fac. de Droit et des Sc. Écon., thèse de 3<sup>e</sup> cycle, 615 p. *multigr.* + annexes.
- LERICOLLAIS (A.), 1972. — Sob. Étude géographique d'un terroir serer (Sénégal). ORSTOM éd., Paris, 94 p. *Atl. des struct. agr. au sud du Sahara* n° 11.
- MARTY (A.), 1985. — Crise rurale en milieu nord-sahélien et recherche coopérative. L'expérience des régions de Gao et Tombouctou. Mali 1975-1982. Université François Rabelais, Tours, Thèse de doctorat d'état en sociologie du développement, 2 tomes, 927 p. *multigr.*
- MELOR (J. W.), 1984. — The changing world food situation : a CGIAR perspective, *in* IFPRI Report 1984, International Food Policy Research Institute éd., Washington : 7-14.
- SCUDDER (T.) 1983. — Migrations et opérations de développement, *in* Le développement : idéologies et pratiques. Actes du Séminaire Interdisciplinaire de l'ORSTOM (1978-1981). ORSTOM éd., Paris : 113-119, *multigr.*

NOTES

1. C'est-à-dire les déficits aléatoires de production dus à des causes climatiques ou à des agents naturels mal maîtrisables, tels qu'adventices, prédateurs, etc.
2. Pour une qualité donnée des intrants et du produit, et en un point donné du temps.
3. Ce phénomène joue surtout au niveau global, comme le montre l'histoire de la production arachidière au Sénégal. Au niveau de l'exploitation, les mêmes causes suscitent des effets analogues : « Il n'y a pratiquement jamais concentration des moyens techniques sur une même parcelle (par exemple labour, semis à date favorable, fumure organique et minérale, entretiens fréquents...). La dispersion de l'utilisation des facteurs est la règle. » BILLAZ, DIALLO et TOURTE 1981, p. 26, à propos du Burkina Faso.
4. Au Sénégal, mils *souna* et *sanyo* des Wolof, mils *pod* et *matye* des Serer (LERICOLLAIS 1972, p. 28).
5. Comme dans le nord du Cameroun ou la vallée du Sénégal.

6. Par exemple sorgho-mil, ou sorgho-mil + haricots, en pays mafa, dans le nord du Cameroun (BOULET 1975, p. 39)

7. Dans le livre intitulé « The conditions of agricultural growth : the economics of agrarian change under population pressure », Londre, Allen & Unwin. La traduction française a été publiée en 1970, sous le titre : « Evolution agraire et pression démographique », Paris, Flammarion, 218 pages. Pour une discussion récente, et une application au Centre-Sud Cameroun, voir LEPLAIDEUR 1985 : 604-610. Cet auteur estime que « la théorie de BOSERUP ne s'applique pas au cas Centre-Sud Cameroun. Cette région, qui n'est plongée dans l'économie marchande que depuis moins de cent ans, subit des pressions de mutation technologique autant liées à des forces extérieures (la dominance de l'économie marchande) qu'à des forces intérieures (la pression démographique) ». Pourtant, l'analyse factorielle de correspondance à laquelle se livre LEPLAIDEUR tend à montrer que l'intensification culturale dans le Centre-Sud Cameroun s'explique par le jeu combiné de trois facteurs qui sont, dans l'ordre : la densité de population, la « sensibilité à l'argent » et l'ouverture vers le marché (p. 608). Le facteur démographique venant en tête, il me semble que le modèle de BOSERUP n'est nullement infirmé, bien au contraire.

8. On se trouve alors dans la situation que J. K. GALBRAITH qualifie de « self-exploitation ». GALBRAITH, né dans une ferme de l'Ontario et qui fit des études agricoles à Toronto avant de devenir économiste, précise que cette « auto-exploitation » est « vitale » en agriculture (GALBRAITH 1975, p. 89).

9. Même sans exode rural vers les villes, l'accroissement naturel de la population urbaine suffit à provoquer un accroissement significatif de la demande de produits alimentaires.

10. MARTY 1985, p. 557 et suivantes : « La protection des écosystèmes et les progrès de l'intensification supposent obligatoirement la reconnaissance très nette par l'État des droits respectifs des collectivités et des individus. Mais cet impératif ne doit pas être exécuté au profit exclusif d'une seule production, l'agriculture en l'occurrence, mais au bénéfice du système rural dont l'équilibre d'ensemble semble reposer précisément sur des relations étroites entre ses différentes composantes productives — élevage, agriculture, pêche, cueillette, artisanat ».

11. Le pessimisme de l'IFPRI sur ce point semble croître : « In countries where technology options are not so encouraging because of irrigation and labor limitations, the efficient use and augmentation of traditional land and labor resources is one of the most important areas on which to focus research. Production policy research in many African countries, for instance, focuses on the use of available land, labor, and indigenous technology, and on different mechanisms for providing incentives to farmers. Although improved technologies for these countries will be necessary in the long run, making the best use of available technology and resources may prove most appropriate in the short run » IFPRI 1985, p. 14.

12. Notamment celles qui permettent d'acquérir les intrants nécessaires à l'intensification. L'indépendance alimentaire, tant vantée, ne va pas sans un accroissement de la dépendance indirecte résultant d'importations accrues de produits chimiques, de machines agricoles, de carburant, etc.

13. SCUDDER va jusqu'à faire de la création d'emplois non-agricoles un critère de réussite des projets de développement... agricole ! (SCUDDER 1983, p. 115).

# ***Du risque naturel au risque économique dans les pays à faible revenu***

Michel LABONNE \*

## **1. REVENUS, QUANTITÉ ET PRIX**

Tout agent économique recherche la conservation, sinon la progression, de son pouvoir d'achat. Pour le producteur, cela signifie la garantie du revenu alors que pour le consommateur importe surtout la garantie d'approvisionnement, gage de prix réguliers. Dans l'hypothèse de prix réguliers, la quantité récoltée détermine le revenu de l'agriculteur : aussi, en dernière analyse, il semble que la question des quantités produites ou disponibles joue un rôle clé dans le pouvoir d'achat, que tout risque expose à une variation. En agriculture la fluctuation des récoltes semble donc bien matérialiser la notion de risque : il est habituel de regarder une baisse de récolte comme une mauvaise chose et inversement pour une bonne récolte. Encore faut-il reconnaître que l'on ne précise pas le niveau d'analyse auquel on se situe : considère-t-on l'intérêt de l'agriculteur individuel, du consommateur ou de l'économie nationale ?

Nous savons qu'une disette survenant après une catastrophe peut entraîner un flambée des prix : les agriculteurs des zones épargnées, ou les intermédiaires qui ont su stocker, reçoivent alors un prix très élevé pour leurs produits. Par contre, en période de surproduction, les prix s'abaissent jusqu'à des niveaux insoutenables pour les producteurs, dont certains peuvent être ruinés.

Ainsi, l'agriculteur court au moins deux risques : l'un pour mener à bien sa production jusqu'à la récolte, l'autre pour en dégager une utilisation, c'est-à-dire le plus souvent un pouvoir d'achat par la vente : le premier constitue le risque naturel, le second le risque économique.

Dans les pays industrialisés, divers palliatifs ont été mis en place pour réduire le risque : dans les pays pauvres, tels les Pays les Moins Avancés du classement des Nations Unies et les pays qui en sont proches par leurs structures socio-économiques, ces phénomènes, moins maîtrisés, jouent de façon amplifiée.

Le risque naturel se caractérise par une baisse de la production attendue, liée à un phénomène naturel : perturbations climatiques, sécheresse, inondation, attaque incontrôlable de parasites animaux ou végétaux, épidémies, grands incendies, etc. Les agriculteurs ont une longue tradition de lutte contre les risques naturels et leurs moyens de défense couvrent une large variété. La

---

\* Économiste INRA, ENSAM-INRA, Place Viala, 34060 Montpellier cedex.

prévention du risque naturel repose sur des mesures contre aléatoires, tels que le semis en mélange de variétés à cycle court et à cycle long, ou le resemis des céréales, dans un environnement aride. D'autres fois, le producteur essaiera de se soustraire à l'aléa par un changement de système de production, en passant par exemple de la culture en sec à la culture irriguée. Enfin, quand l'arrivée d'une catastrophe peut-être probabilisée, on voit se développer des systèmes d'assurances qui peuvent d'ailleurs revêtir des formes efficaces (tels que consorces et tontines) dans les sociétés paysannes pauvres, sans pour cela être mises en place et gérées par des établissements financiers puissants.

Le risque économique se manifeste par une baisse du revenu liée à une diminution des prix, souvent provoquée par un excédent d'offre. On combat ce risque en assurant une bonne régularité des approvisionnements physiques, en jouant par exemple sur le stockage ou sur l'extension de l'aire de collecte. Plus directement, on peut essayer de compenser les pertes dues aux fluctuations de prix en dédomageant les apporteurs par une péréquation des prix dans le temps. Les caisses de compensation contrôlant l'exportation des principaux produits agricoles de l'Afrique tropicale interviennent selon un tel schéma.

Le risque naturel et le risque économique ont souvent un effet amortisseur l'un envers l'autre : quand les récoltes sont faibles, les prix des produits augmentent. Toutefois, les exemples sont nombreux où risque naturel et risque économique cumulent leurs effets et il est intéressant d'étudier de plus près le mouvement des prix et des quantités.

## 2. LES LEÇONS DU PASSÉ LOINTAIN

La situation d'abondance alimentaire des pays industrialisés, même si elle n'est que très récente et si elle ne touche qu'une minorité des habitants de la planète, nous fait oublier que la question des subsistances a occupé longtemps une place fondamentale dans la réflexion politique et économique. Les accidents de la production et les flambées de prix qui les accompagnaient, avec leur cortège de misères et de troubles sociaux, retenaient l'attention. Dans les pays pauvres actuels, la famine n'a pas été vaincue et la pensée économique d'hier y est moins obsolète qu'on pourrait le croire : deux vieilles « lois », formulées par KING et par GIFFEN et que l'on a tendance à oublier aujourd'hui dans l'Occident rassasié, exercent encore leurs effets dans l'économie agrolimentaire des pays en développement.

### **Prix et production instable : la loi de KING**

La maîtrise insuffisante des processus techniques de production et de conservation constitue une caractéristique des agricultures des pays pauvres : la faiblesse du revenu et le manque de capitaux empêchent un bon contrôle du milieu : irrigation, engrais, pesticides sont peu utilisés. Une mécanisation et une motorisation mal introduites ne facilitent pas des interventions rapides au moment opportun sur des surfaces significatives. Des moyens de transport, de stockage et de conservation trop rudimentaires n'aident pas suffisamment à étaler dans l'espace et dans le temps les variations annuelles d'une production agricole très soumise aux aléas de la nature.

Il s'ensuit une variation brutale des quantités de biens alimentaires offerts à la consommation : on remarque depuis très longtemps (Grégory KING vivait au XVII<sup>e</sup> siècle) que les variations des prix des produits alimentaires sur les marchés proches des centres de production est toujours supérieure et de sens

inverse à celle des variations de quantité. Même si les prix baissent à la suite d'une récolte abondante, la demande n'augmente que faiblement : par contre, une baisse des approvisionnements au-dessous des niveaux habituels entraînera vite des flambées de prix. L'effet KING exagère la conséquence de l'aléa naturel sur les prix et l'instabilité des prix reflète de manière amplifiée et non proportionnelle l'instabilité des récoltes pour les produits alimentaires essentiels. Les observations de KING, telles qu'il les a apportées dans un tableau célèbre sont nettes (cf. tabl. I).

TABLEAU I

Déficit des quantités Q	Accroissement des prix P
1/10	3/10
2/10	8/10
3/10	16/10
4/10	28/10
5/10	45/10

Pour s'exercer pleinement, la loi de KING exige un certain nombre de conditions :

- le bien produit dépend de conditions naturelles aléatoires et s'adresse à une consommation impérieuse et assez inélastique,
- le marché est isolé,
- la période considérée est telle que la population reste pratiquement stationnaire.

Ces conditions se rencontrent bien encore pour les grandes productions alimentaires annuelles à récolte saisonnière, dans les pays en développement. KING, observant les conditions de son époque, avait voulu montrer qu'un déficit en denrées de base, même faible, provoquait une hausse forte des prix, affaiblissait encore la capacité des couches pauvres à se nourrir. GIFFEN, prolongeant les observations de KING, montra les effets pervers accentués de telles situations.

**Faibles revenus et alimentation chère en milieu urbain : l'effet GIFFEN**

Par définition, les couches urbaines pauvres des pays en développement ne disposent que de revenus très faibles : de façon pratique, ceci signifie que leur revenu est entièrement absorbé par les dépenses de première nécessité qui couvrent de façon précaire ou insuffisante les besoins essentiels des individus. Dans une telle situation, les dépenses affectées à la nourriture constituée surtout d'un seul produit de base, dépassent largement la moitié du revenu : toute augmentation des prix des denrées de base peut alors amener le consommateur à une comportement paradoxal en apparence : plus le prix du produit alimentaire de base augmente, plus il en achète. GIFFEN avait fait cette observation dans l'Europe du XIX<sup>e</sup> siècle : *plus le pain est cher, plus on en consomme* ». On s'attend en général à voir diminuer la demande d'un bien dont le prix monte, soit par substitution, soit par restriction pure et simple de sa consommation. Mais il est évident que le produit alimentaire qui assure la base du régime alimentaire des couches pauvres, céréales ou tubercules en

général, ne peut voir sa consommation, absolument indispensable, réduite : la portion de revenu absorbée par l'accroissement du prix du produit de base sera prélevée sur d'autres consommations : comme celles-ci ont souvent atteint un niveau minimum difficilement compressible, il n'y a guère que sur les denrées alimentaires « de confort » que l'on peut rogner (matières grasses, viandes, produits laitiers, fruits, légumes frais, etc), mais il faudra remplacer l'énergie et les nutriments auxquels on a ainsi renoncé (et dont on a un besoin impératif) en consommant plus de l'aliment de base bon marché, même s'il a renchéri.

On assiste alors, par un effet pervers, à un cumul du risque naturel et du risque économique au niveau du consommateur et à une compensation au niveau du producteur, parfois génératrice de gains inespérés, car à l'inverse du consommateur urbain, le producteur a tendance en de telles circonstances, à diminuer sa consommation, ses dons et ses stocks du produit pour réaliser le maximum de recette.

Actuellement, les nécessités de la paix sociale font que les gouvernements veillent à un approvisionnement régulier et à une relative stabilité des prix des produits de base. Utilisant les importations, les subventions et l'aide alimentaire en provenance de l'extérieur, les gouvernements arrivent tant bien que mal à juguler les effets néfastes des aléas des récoltes et à en limiter les contre coups économiques. Aussi, paradoxalement, ce sont les mesures de redressement exigées par le Fond Monétaire International qui entraînent un renchérissement substantiel des denrées de base : des troubles sociaux accompagnent souvent ces « coups de ciseaux » dans les revenus les plus pauvres. On comprend pourquoi le doublement du prix des produits céréaliers en Tunisie et au Maroc au début de 1984 sur recommandation du F.M.I. a entraîné des « émeutes du pain » dans les couches pauvres des villes, où la dépense en produits céréaliers mobilise environ la moitié des ressources des ménages.

### 3. LES LEÇONS DU PRÉSENT

L'économie de l'échange des produits alimentaires, à l'heure actuelle, ne peut pas être assimilée à un marché idéal : dans les pays pauvres le déplacement physique des marchandises n'est pas toujours aisé et les informations ne circulent pas suffisamment pour de nombreux produits. La dispersion géographique de la production n'assure donc qu'imparfaitement contre les risques naturels et économiques. Pour lutter contre le risque économique, des mesures peuvent être prises pour fixer les prix, souvent de façon illusoire. La façon dont se déroulent les échanges et s'exercent les pouvoirs des institutions, pèse sur l'expression du risque économique et sur la liaison avec le risque naturel.

#### Les espaces économiques

Les espaces économiques où s'échangent les produits agricoles recouvrent des dimensions très variables : les uns intéressent le monde entier, d'autres, au contraire, sont circonscrits à un échelon très localisé.

Les espaces mondialisés concernent évidemment les grands produits d'exportation, qui bénéficient d'une offre et d'une demande d'une grande diversité géographique. La répartition des sources d'approvisionnement dans l'espace réduit l'impact du risque naturel par une sorte de péréquation mondiale entre les zones affectées par une baisse de récolte et celles ayant

bénéficié d'une bonne production. La fluctuation de l'offre s'en trouve ainsi diminuée, donc le risque économique. Cependant, les compensations naturelles sont loin d'atteindre à la perfection et les variations temporelles de l'offre suffisent, devant une demande en général inélastique, à provoquer une irrégularité des cours des produits en général dommageable aux producteurs qui supportent l'essentiel du risque économique.

La stabilisation des cours mondiaux des produits agricoles constitue une expression de la lutte contre le risque économique : elle représente un enjeu essentiel pour de nombreux pays du Tiers-Monde, dont un nombre réduit de produits agricoles assure les entrées de devises. Cette question est si cruciale que la CEE a jugé bon de tenter de stabiliser les recettes issues de l'exportation des produits agricoles des pays d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique qui lui sont liés par la procédure STABEX destinée à amortir dans le temps les effets du risque économique.

Le marché céréalier constitue un cas complexe d'espace mondialisé, où les décisions institutionnelles pèsent plus que l'aléa naturel dans l'émergence du risque économique : la décision soviétique d'acheter brusquement et de manière inattendue plusieurs millions de tonnes de céréales vers 1973 a provoqué une surprenante flambée des prix. La volonté des USA de faire baisser de 25 pour cent le prix international des céréales pour 1986 n'est pas au-delà de leur possibilité. L'aide alimentaire et les transactions en termes concessionnaires relevant largement d'accords politiques, interviennent dans la mondialisation de l'espace économique des échanges céréaliers sans que l'on sache réellement leur poids sur le risque économique au triple niveau du marché mondial, du pays exportateur et du pays importateur.

D'autres marchés, par contre, sont cloisonnés, réduits à l'échange local ou de proximité, isolés par l'insuffisance des transports et de l'information. Les marchés de produits vivriers dans les pays pauvres relèvent de cette catégorie. Les conditions locales de l'ajustement prix-quantité laissent libre jeu au risque naturel et au risque économique. Seul le stockage peut combattre les effets désastreux de la loi de KING, ce que confirment les pratiques des sociétés vivant dans un tel environnement techno-économique.

Les décisions institutionnelles jouent aussi leur rôle dans la détermination du cloisonnement des espaces économiques, par le biais des barrières douanières, tant tarifaires que non tarifaires : quand elles sont maniées habilement, ces barrières peuvent réduire considérablement le risque économique, telle une écluse peut régulariser un flux hydraulique.

### **Les politiques de « prix fixés »**

Il est toujours tentant, pour des gouvernements, de vouloir éliminer le risque économique afin de garantir la fourniture d'aliments à la population, si possible à bas prix, mais au moins à un prix régulier. La puissance publique procède alors par la politique réglementaire de « prix fixés ».

Elle peut fixer un prix au producteur. L'agriculteur est sûr de vendre à un prix garanti. Ces systèmes, utilisés depuis une cinquantaine d'années, réclament un degré d'organisation de l'Etat et des agriculteurs qui ne se trouve que dans les sociétés industrielles riches. Ailleurs, dans les pays pauvres, les moyens trop limités ne permettent pas d'intervention significatives et, d'autre part, les mesures prises peuvent, par ignorance ou illusion, amener des effets pervers : ainsi la fixation de prix trop bas, ou insuffisamment réajustés, entraînent une baisse du revenu réel justifiant de la part des agriculteurs refus de produire et livraisons au marché noir auquel l'Etat réplique par des quotas



de production et des monopoles de commercialisation. Le risque économique est alors renforcé par la clandestinité au profit des intermédiaires. Quand les réajustements périodiques de prix se font sans trop tenir compte de la conjoncture, et sans moyens financiers réels, ils risquent d'amener des perturbations supplémentaires.

La puissance publique peut aussi fixer les prix à la consommation. Les prix au consommateur peuvent être fixés et maintenus constants grâce à des subventions. Les caractéristiques de la commercialisation des produits alimentaires de grande consommation, notamment avec l'abondance des circuits courts et l'importance du secteur informel, rendent la subvention des produits locaux difficiles : par contre, les produits importés, passant par des points obligés, peuvent être facilement subventionnés. Ainsi se manifeste un premier effet pervers qui rend plus attractif les produits importés, à prix bas et réguliers. Un deuxième effet pervers peut prendre corps avec le décalage qui peut croître entre le prix réel et le prix subventionné : l'Etat s'essouffle alors à financer et, comme ses moyens sont limités, il faut parfois procéder à des réajustements brusques. Les pays endettés sont toujours mis en demeure par le Fond Monétaire International de cesser les subventions alimentaires comme condition première pour accéder à de nouveaux crédits. Les effets sociaux de ces politiques d'assainissement financiers sont souvent catastrophiques par leur brutalité et fournissent des illustrations de l'effet GIFFEN.

La plupart du temps, dans les pays pauvres, la gestion réglementaire des prix destinée à empêcher la manifestation du risque économique s'avère un échec, simplement par manque de moyens.

#### 4. CONCLUSION

On compte sur les progrès de la technique pour diminuer l'importance du risque naturel et la maîtrise effective des processus de production se réalise au fur et à mesure que l'agriculture intègre plus d'intrants industriels ou de services. Mais le risque économique reste bien mal maîtrisé dans les sociétés où les moyens financiers sont limités. En effet, les effets KING et GIFFEN existent encore et, si l'on veut en atténuer les formes, il convient de déplacer le problème dans l'espace économique, en passant du niveau local ou national, au niveau international. Or, vu la faible capacité des pays pauvres à intervenir dans leur propre politique, la diminution du risque économique se trouve de fait transférée à la communauté internationale, c'est-à-dire au collège des pays développés. La couverture du risque économique devient ainsi un élément de la dépendance alimentaire, technologique et financière des pays pauvres envers les nations riches.

# Le risque d'insécurité alimentaire

## De l'imprudence écologique au démantèlement de l'État-providence

Georges COURADE \*

Si le risque alimentaire est parfois lié directement aux déconvenues et aux aléas de la production vivrière, il en va de moins en moins ainsi pour de multiples raisons :

— les niveaux d'autosubsistance baissent dans de nombreuses régions du Tiers-Monde connaissant la paix civile et l'urbanisation qui se généralise multiplie le nombre de consommateurs non-producteurs ;

— les crises alimentaires des récentes décennies, l'inégalité géographique dans l'adoption de variétés de céréales hautement productives dans les pays en développement, l'existence d'excédents structurels en Europe et aux États-Unis, ont contribué à accentuer l'internationalisation de la charge de nourrir la population de différents pays (de la Bolivie au Bangla Desh en passant par le Sahel ou l'Égypte) ;

— les silos pleins de certains pays ne constituent pas une garantie contre le risque d'insécurité vécu par de larges franges non solvables de la population (l'Inde des années quatre-vingt, par exemple).

Ces différents arguments militent en faveur d'une certaine *dissociation entre risque agricole et risque alimentaire* dans la perspective de la *maîtrise* de la sécurité alimentaire par ceux qui la poursuivent, qu'ils soient en position de producteur, de consommateur, d'arbitre, de donateur ou de vendeur.

Ces observations rendent compte de la complexité de l'approche de l'insécurité alimentaire, une fois celle-ci préalablement définie.

En bref, l'insécurité alimentaire dépendra de nombreux facteurs imbriqués et hiérarchisés rendant par là même chaque situation différente, même si l'on y retrouve des processus généraux à l'œuvre.

Dans un système complexe comme l'agro-alimentaire, le comportement des différents acteurs, situés entre l'offre et la demande, commande son devenir et donc l'apparition du risque. Chacun ici—producteur, intermédiaire, État, consommateur, etc. — n'a ni la même qualité de l'information, ni les mêmes

---

\* Géographe ORSTOM, Unité « Maîtrise de la Sécurité Alimentaire », 213 rue La Fayette, 75480 Paris Cedex 10.

craintes, ni les mêmes moyens d'y faire face ou de faire supporter à d'autres l'insécurité qui le menace.

L'apparition de l'insécurité sera aussi liée au degré d'autonomie économique et sociale des acteurs dont on étudie l'exposition au danger. Le poids des déterminants extérieurs se fera d'autant plus sentir que l'espace considéré sera partie prenante de l'environnement international : change, prix mondiaux, endettement, dépendance technologique, etc.

L'insécurité peut trouver racine dans les moyens mis en œuvre pour la prévenir, l'amoindrir ou la canaliser : la politique agro-alimentaire par exemple. Il s'agira donc d'évaluer les mécanismes de régulation du système agro-alimentaire qui doivent gérer des intérêts contradictoires et à différentes échelles temporelles (court et long terme).

Avant d'aborder les « terrains », les liaisons « dangereuses », la prévention et les parades, il convient d'explicitier ce que recouvre la notion d'insécurité alimentaire et les limites objectives de sa mesure.

## 1. INCERTITUDES ET CONTROVERSES

### 1.1. La notion

La notion d'insécurité alimentaire ne repose pas sur une définition universellement acceptée. Les outils habituellement employés pour tenter d'en rendre compte sont pour le moins incertains et discutables. On peut se demander si elle est mesurable puisqu'elle fait intervenir des éléments objectifs flexibles de type physiologique et des éléments subjectifs liés à la culture et aux choix individuels. Y renoncer serait pourtant, s'interdire d'intervenir et laisser libre cours aux discours les moins légitimes.

Il s'agit de l'éventualité pour une population de ne pouvoir accéder, de manière stable dans le temps à un niveau de consommation correspondant à ses activités habituelles et à ses goûts, pour des raisons en grande partie indépendantes de sa volonté. Indépendantes de sa volonté à cause des incertitudes sur la régularité des approvisionnements et/ou sur les moyens (pouvoir d'achat, par exemple) d'acquérir une ration alimentaire suffisante et acceptable pour répondre aux exigences biologiques (dans la mesure où elles peuvent être correctement définies) et aux « styles » alimentaires. Incertitudes enfin, qui ont des probabilités de se réaliser inconnues ou parfaitement prévisibles.

Dans cette définition préliminaire et provisoire, on veut insister sur plusieurs aspects :

- la prise en compte prioritaire du consommateur final, qu'il soit ou non producteur ;

- l'importance de la satisfaction de la « demande » dans le cadre des habitudes alimentaires existantes, même en situation d'urgence, plus qu'en termes normatifs ;

- le caractère contingent (conjoncturel) ou prévisible (structurel) du risque ;

- la difficulté ou l'impossibilité pour les populations concernées d'avoir véritablement prise sur le risque à court terme.

Sur le plan biologique, l'insécurité se traduit par l'insuffisance d'absorption de nourriture à certaines périodes, revenant régulièrement (sous-alimentation structurelle, de « soudure » entre deux récoltes par exemple) ou de manière

inattendue ou accidentelle. La carence d'un aliment essentiel dans la diète (malnutrition et déséquilibre alimentaire) participe aussi de cette insécurité de l'alimentation.

## 1.2. Incertitudes et thèses en présence

Il faut relever ici les difficultés à apprécier correctement les besoins énergétiques et protéiques de base, en fonction des conditions d'existence des populations et de leurs choix culturels. Rappelons ici les travaux OMS/FAO (OMS 1974, WHO 1985)<sup>1</sup> ou les débats indiens sur le seuil minimal d'alimentation et la part des protéines nécessaires (travaux de SUKHATME et de l'Indian Council of Medical Research) qui ont permis d'estimer le revenu permettant d'acquérir le bol alimentaire minimal. Ce revenu sert dans le monde anglophone à désigner ce que l'on appelle la « ligne de pauvreté ». Ce type de référent a débouché dans les années soixante-dix sur une stratégie de développement dite des « besoins essentiels », aujourd'hui en veilleuse (GARCIA-SOUZA J. 1980).

La variabilité des besoins individuels, l'importance des données socio-culturelles<sup>2</sup> obligent à relativiser les notions d'individu de référence et de régime alimentaire minimum à partir d'un nombre limité d'aliments. Aussi n'est-il pas étonnant que l'estimation mondiale des personnes souffrant de la faim varie considérablement selon les sources<sup>3</sup> et soit plus un argument médiatique qu'une donnée scientifique.

À cette première série de controverses, s'en ajoutent d'autres liées aux positions institutionnelles dans la crise économique actuelle. La FAO, la Banque Mondiale et le Conseil Mondial de l'Alimentation ont développé des analyses dissemblables du concept de sécurité alimentaire pour ne s'en tenir qu'à la configuration onusienne. Ces conceptions diverses traduisent toutes les ambiguïtés d'une notion aussi connotée émotionnellement et de postulats de base réactualisés vu l'incapacité de la « science » économique à livrer les outils de « sortie » de la crise<sup>4</sup>.

La FAO fut, par vocation, la première à s'interroger sur la sécurité alimentaire... mais comme résultante d'un accroissement de l'ensemble de la production agricole, vivrière et d'exportation confondues. Elle met donc l'accent sur la libéralisation nécessaire du commerce international, la mise en place de stocks de stabilisation des prix (qui peuvent être de faible ampleur) et de sécurité (qui sont nécessairement élevés pour parer à de nombreux risques), des systèmes d'alerte rapide et sur une modernisation de l'agriculture reposant d'abord sur les semences améliorées et l'usage d'engrais. L'action sur les consommateurs et les groupes vulnérables reste secondaire dans cette institution dominée par les spécialistes des sciences agronomiques. La protection sociale et les politiques de revenu sont du ressort du Bureau International du Travail !

La Banque Mondiale<sup>5</sup>, institution financière, met en avant les coûts immédiats et récurrents du stockage de sécurité, des subventions, qu'elles soient destinées à la production ou à la consommation, et de la protection douanière ou réglementaire de la production agricole domestique. Elle estime prohibitifs les coûts d'une politique d'autosuffisance dans de nombreux cas, compte-tenu des possibilités d'approvisionnement à bas prix (de dumping !) en céréales sur le marché international. Partant de choix fondés sur les avantages comparatifs du moment et sur les coûts d'opportunité, elle admet l'intervention de l'État pour corriger les inégalités trop criantes tout en mettant en garde contre les gouffres financiers de la protection sociale politiquement difficile à

réduire. Le marché d'un côté, l'aide alimentaire de l'autre, lui paraissent des réponses adéquates à la demande solvable et non solvable, s'il n'y a pas de distorsions dans leur gestion.

Le Conseil Mondial de l'Alimentation créé en 1974 pour servir de laboratoire d'idées aux institutions d'aide et aux gouvernements met en avant à travers le concept de « stratégie alimentaire » la part essentielle de l'offre vivrière domestique complétée par une action en direction des consommateurs<sup>6</sup> et la nécessaire cohérence entre toutes les interventions. Cette approche ne récuse pas une certaine protection du marché intérieur et une politique de redistribution des revenus. L'aspect comptable et de court terme n'est pas ici dominant par rapport à l'appréciation du risque engendré par un recours massif au marché international en cas de retournement brutal de la tendance et de l'adoption de nouveaux styles alimentaires ne correspondant plus à l'offre alimentaire locale.

Ce rapide rappel des thèses en présence nous permet de constater l'importance des arbitrages entre options différentes qui peuvent conduire à l'insécurité alimentaire : aux producteurs brésiliens la vérité des prix, à ceux du Middle West, les subventions ! Il en va de même des *régulations*, c'est-à-dire des mécanismes de compensation ou d'ajustement susceptibles d'éviter les à-coups et d'amortir les déséquilibres entre l'offre et la demande, entre les prix et les revenus, entre l'importation et la production, entre les subventions aux intrants et celles aux aliments...

### 1.3. Le conjoncturel et le structurel

L'insécurité alimentaire apparaît quand une offre physique correspondant aux goûts des consommateurs n'existe pas en temps opportun ou, si elle existe, quand des individus ou une frange de la population ne peuvent y accéder faute de revenus suffisants ou en raison de prix élevés ou de termes de l'échange défavorables. On admet ici que la recherche, sous la contrainte, d'aliments de substitution (calories moins chères sur le marché ou recours à des plantes de survie) sont les effets de l'incertitude alimentaire et une façon de la réduire. Par ailleurs, les variations brutales des prix des denrées devenues rares, comme des éléments du troc, dans une période d'instabilité du marché sont à la fois révélateurs et facteurs aggravants de l'insécurité alimentaire.

Une conjonction de facteurs défavorables déclenche, à une période déterminée, une phase d'insécurité grave dépassant la pénurie habituelle et conduisant à une situation d'urgence comme cela s'est produit en Afrique, par exemple. Des facteurs structurels ont joué pour rendre la crise plus grave : dégradation du milieu, abandon du stockage villageois, réforme agraire mal conduite et « villagisation » démobilisatrice comme en Éthiopie ou en Tanzanie, etc. Il paraît donc difficile d'isoler ce qui relève de l'évènementiel et du structurel d'autant que le risque s'enracine dans une moindre vigilance par rapport aux sauvegardes utilisées dans le passé ou dans une confiance exagérée dans la modernisation ou le marché international.

L'actuelle abondance qui prévaut dans les pays du Nord (USA, CEE, Canada) préoccupés de vendre à des prix de dumping des excédents structurels dans un marché solvable rétréci ne doit faire oublier, ni les possibles retournements du marché (par suite des réductions des emblavures américaines, comme en 1972-73 ou de la sécheresse de 1988), ni les « cures d'assainissement » des balances des paiements imposées par le FMI, qui se traduisent entre autres par l'arrêt des subventions et la diminution des importations.

Dans ce domaine, dominé par les mesures de « bricolage » bancaire pour éviter le krach financier, de fluctuations monétaires et de dégradation des prix d'exportation<sup>7</sup>, il est plus que difficile de mesurer le risque d'insécurité encouru à moyen et long terme par un pays jouant la carte du marché. Ce qui est sûr par contre, c'est qu'il est long de recréer une agriculture vivrière importante quand celle-ci a été « suicidée », comme le montre le cas du Nigeria repensant sa politique agricole à la suite de l'effondrement des cours du pétrole.

Au total, il serait artificiel de vouloir séparer ce qui relève de la sécurité alimentaire mondiale, nationale et familiale, comme l'agro-alimentaire, du reste de l'environnement dans la détermination des éléments du risque.

## 2. LA FRAGILISATION DES SYSTÈMES ALIMENTAIRES

Quelques éléments, combinés, conduisent à l'insécurité chronique ou accidentelle :

— le « terrain », qui facilitera le développement du risque s'il est déjà miné de l'intérieur, destabilisé de l'extérieur par une forme de dépendance ou « objectivement » vulnérable ;

— les processus accélérateurs dont les plus fréquents sont la rareté, la spéculation, l'inégalité des revenus et leur fluctuation et (ou alors à la fois) l'abus de position dominante.

Nombre de facteurs contribuent à amoindrir la bonne santé des systèmes alimentaires, voire à rompre les « équilibres » qui fondaient ces systèmes et à enclencher des processus régressifs. Nous retiendrons ici quelques facteurs et combinaisons de facteurs qui *peuvent* affaiblir ou mettre en péril les systèmes alimentaires : la gestion des relations que les sociétés entretiennent avec un espace et des « ressources » déterminées, les situations héritées et acquises résultant d'une accumulation d'expériences perçues négativement ou positivement et de régulations antérieures limitant les choix actuels ; les conséquences des projets vivriers des États contemporains et de l'internationalisation des systèmes alimentaires et les effets non désirés ou non perçus des arbitrages ou des options pris hors du champ agro-alimentaire. Non pour distiller un scepticisme typiquement académique, mais pour mettre en garde contre une approche simpliste du problème et dessiner les contours d'une action positive.

### 2.1. Une « reproduction » mal pensée et/ou mal gérée ?

Il nous faut parler ici de notions avancées principalement par les géographes au vu des *discordances* perçues entre le choix des sociétés, les contraintes naturelles, les « potentialités » agricoles et, d'une manière plus générale, la dotation en ressources. Au-delà de ces hiatus surprenants mettant les populations en question en position de faiblesse, les géographes avec les agronomes cette fois-ci, observant les capacités d'une population paysanne à préserver ses ressources et noteront, là aussi, des *disparités* dans la gestion à terme des ressources agricoles.

De la même manière, l'évolution démographique sera, elle aussi, *plus ou moins ajustée*, dans le cadre de stratégies de reproduction sociale visant à la fois, la préservation des bases matérielles de l'existence et d'un certain « ordre » social nécessaire à la pérennité de la société dans le cadre d'évolutions acceptées.

Ce qui vient d'être dit traduirait de « mauvais » choix. Choix qui ne

correspondent pas à une rationalité supposée connue des populations, à un savoir-faire accumulé ou acquis et dans certains cas, à un savoir technique (aptitudes culturelles des sols, par exemple).

Là où devrait régner l'abondance — climats pluvieux où des récoltes sont possibles toute l'année — la disette est fréquente, dans des régions pourtant sous-peuplées, comme au Zaïre<sup>8</sup>. La possibilité de recourir à la cueillette pour subvenir aux besoins de toute manière explique-t-elle le sort réservé à l'agriculture ? À contrario, des zones subissant de fortes contraintes connaissent des densités élevées : populations réfugiées dans les massifs montagneux d'Afrique Noire.

Les notions d'*erreurs et de scandales géographiques* ont pu être avancées quand distorsions entre dotation en potentialités et localisation des hommes étaient trop grandes (P. GOUROU). À croire que les populations cherchaient les terres les plus ingrates pour s'installer !

Le Cap-Vert peut illustrer ceci. Voici l'île de San Nicolau qui importe 90 % de ce qu'elle mange (235 kg par habitant). La pluviométrie se situe entre 90 et 340 mm : d'où la tragique insuffisance des ressources en eau. Malgré tout, l'irrigation ne concerne au plus que 2 % des terres cultivées. On comprend dès lors pourquoi l'émigration joue un rôle si important faute d'un développement des ressources halieutiques (FREUD C. *et al.* 1984)<sup>9</sup>.

Pour les spécialistes de l'Asie des moussons, la sous-exploitation des deltas des grands fleuves africains constituent des *scandales géographiques* : delta intérieur et estuaire du Niger par exemple. Ne pas oublier cependant que les mesures prises pour remédier à ces scandales géographiques ont débouché souvent sur des scandales du développement agricole !

La gestion des densités en fonction d'une connaissance appropriée des ressources potentielles avec le souci de préserver et de conserver les ressources futures appartient de façon inégale aux stratégies collectives de reproduction.

Au Yatenga, J.Y. MARCHAL décrit un *processus de régression technique* conduisant à une « consommation » du territoire (dégradation des ressources dans le cadre d'un système extensif) et à l'émigration : déroute du système vivrier lié à l'éclatement des groupes domestiques. Ici, comme au Cap Vert, la « reproduction » tient compte de l'environnement économique international comme condition de fonctionnement de son système vivrier par le biais de l'émigration (MARCHAL J.Y. 1983)<sup>10</sup>.

À contrario, certains avancent que la maîtrise des fortes densités serait l'une des deux explications majeures du succès « harmonieux » de la « révolution verte » en Indonésie (MAURER J.L. 1986)<sup>11</sup>.

L'ensemble de ces réflexions sur la conduite différenciée de la reproduction doit être relativisée : les concepts d'aptitude culturelle ou de potentialité sont loin d'avoir la rigueur qu'on leur prête ; la notion de « faits de civilisation » pour expliquer l'« avance » présente de l'Asie sur l'Afrique veut à la fois tout dire et ne rien expliquer ; les déterminants sociaux de l'évolution démographique sont encore à expliciter...

Rappelons que potentialité désigne le scénario selon lequel on peut réaliser telle culture vivrière avec l'espoir d'obtenir un rendement optimal, compte tenu du savoir technique existant. On met ainsi entre parenthèses nombre de facteurs socio-culturels et économiques locaux. On peut aussi, comme la FAO pour « Agriculture en l'an 2000 », fonder l'essentiel de la prospective sur l'utilisation d'engrais. Ce type d'opération a surtout *une utilité pédagogique* visant à induire des solutions correctives par rapport à la tendance renforçant la dépendance alimentaire si rien n'est fait pour favoriser l'agriculture des pays en développement.

## 2.2. Des « systèmes de famine » ?

On peut se demander, à la suite de F. DURAND DASTES, si le système alimentaire n'est pas, à certaines périodes, sapé de l'intérieur et de l'extérieur par de multiples mesures cohérentes ou contradictoires visant d'autres objectifs que la sécurité alimentaire des populations et s'opposant à de nombreux « héritages » de l'histoire.

Ainsi, en Inde, « beaucoup des éléments du système de famine... sont liés au système colonial lui-même : prélèvements forts sur les revenus agricoles, maintien de structures très contraignantes et inhibitrices de la croissance, souci de rentabiliser l'Empire, qui se traduit par une grande variété de phénomènes, depuis la conception des ouvrages d'irrigation jusqu'aux limitations des crédits finançant les mesures de secours ; en passant par la poursuite des exportations alors même que la sécheresse et l'inondation commençaient à exercer leurs ravages. Par contre, les famines indiennes de la période étudiée ici (XIX et XX<sup>e</sup> siècle) ne semblent pas pouvoir être considérées comme des conséquences de la croissance démographique » (DURAND-DASTES F. 1983).

La famine du Bengale de 1943 constitue la dernière catastrophe de ce genre connue en Inde dans le cadre du drainage économique colonial et de « l'accumulation primitive » (SPITZ P. 1983). Ceci remonte aux premiers temps de la colonisation, au système « indirect » de gestion et à la recherche du prélèvement maximum. Ainsi, après la victoire de Plassey (1765), la East India Company reçut la charge de collecter les impôts dans l'est du pays. Ce dont elle s'acquitta efficacement puisqu'elle décupla, en année de famine (1770), les recettes des années antérieures. Enfin, pour s'assurer un meilleur rendement fiscal, le colonisateur concéda des terres aux anciens collecteurs fonciers de la période mogole. Le Permanent Settlement Act qui crée cette classe de propriétaires dans une région où beaucoup de ruraux sont sans terres perturbera pour longtemps les relations agraires et modifiera substantiellement les conditions d'accès à l'alimentation de larges fragments de la population.

La famine de 1943 qui aurait fait entre 1,5 et 3 millions de morts selon les estimations, a été précédée par de nombreuses perturbations liées à la crise de 1930 :

- mouvements erratiques des échanges entre produits agricoles et non agricoles, des prix d'exportation du jute, du thé et du tabac ;
- augmentation brutale de la dette agricole ;
- augmentation du nombre de propriétaires-terriens-usuriers (Jodetars) (+ 62 % entre 1921 et 1931 !) face aux métayers (Bargadars) astreints à livrer 50 % de leur récolte ;
- réduction du pouvoir d'achat des ouvriers agricoles et industriels.

La catastrophe est survenue non par insuffisance de l'offre alimentaire (les approvisionnements couvraient début 1943, 49 semaines d'alimentation), mais par incapacité, pour une très large frange de la population d'acquérir une ration alimentaire à un prix raisonnable, ou de la recevoir à titre de secours (dans les campagnes).

La commission d'enquête de 1945 (CHATTOPADHYAY B. 1981) estimait que : « le niveau de l'offre n'était pas tel que la privation de nourriture à une large échelle était devenue inéluctable à condition que le commerce soit en mesure d'assurer la distribution des aliments disponibles et que le niveau des prix augmente modérément ». Or, les prix de gros des céréales à Calcutta passèrent



de l'indice 112, en janvier 1942, à 572 en août 1943, soit une augmentation de 510 % alors que le prix du jute brut, principale culture industrielle, ne connaissait, dans la même période, qu'une progression de 143 %. Il est significatif de constater que la famine a touché prioritairement les couches sociales dépendant le plus du marché alimentaire (pêcheurs, travailleurs des rizeries, ouvriers agricoles, producteurs de jute, artisans, etc...) et qu'elle a permis aux propriétaires absenteïstes d'acquérir 60 % des terres en vente.

Réquisitions de riz pour les besoins militaires en raison de l'invasion japonaise de la Birmanie, libération des prix et spéculation conduite par des commerçants disposant d'un monopole d'achat dans le milieu rural, laisser-faire du pouvoir colonial, ont accéléré l'aggravation de la situation. Celle-ci se caractérisait en effet par une dégradation brutale des termes de l'échange qui touchait une population paupérisée avant la famine. On estimait en janvier 1943, qu'un tiers de la population était constituée de métayers et d'ouvriers agricoles.

Cet exemple indique à quel point les systèmes de domination et d'inégalité peuvent rendre particulièrement vulnérable un terrain particulier et renforcer l'effet de l'« onde de choc » de la crise alimentaire quand celle-ci survient.

À contrario, bien des réformes agraires non seulement échouent dans la redistribution des terres, mais encore n'améliorent pas l'offre globale d'aliments comme on l'a constaté en Éthiopie après 1975 : repli économique des campagnes sur elles-mêmes, transfert des zones de famine vers la périphérie des villes (LEFORT R. 1981).

Au Sahel, ce qui est en cause, c'est la *destruction des « logiques de survie »* (CHASTANET M. 1982) visant à assurer la soudure entre deux récoltes : diversification des variétés et des sols utilisés, constitution de greniers de réserve, mobilisation d'une main-d'œuvre suffisante, valorisation par l'échange des complémentarités entre groupes.

Le fonctionnement de ces logiques suppose qu'il n'y ait pas combinaison entre récoltes insuffisantes et drainage vers l'extérieur des ressources nécessaires (impôts, réquisitions) et que les échanges soient politiquement et économiquement possibles (pas de conflits, existence de surplus). Et dans un système toujours soumis à l'incertitude, il y a lieu aussi d'amoindrir l'effet report des crises antérieures (réduction de la force de travail et des disponibilités en semences).

La disette ou la « rareté » (scarcity) de 1903 que connaît la vallée du fleuve Sénégal trouve ses racines à la fois dans les séquences de crises successives et dans la main-mise coloniale qui rend inopérantes les « logiques de survie ». S'amorcent alors les premiers mouvements migratoires et la dépendance vis-à-vis de l'administration qui fournit l'aide alimentaire, dès cette époque, mais en mil.

### 2.3. Des interventions déstabilisantes sur la production

Il peut s'agir de ce que l'on appelle des *projets ou des politiques de développement de la production agricole* alimentaire ou non alimentaire. Ceci concerne une vaste panoplie d'instruments dont le dosage, le ciblage, les délais de mise en œuvre et les coûts récurrents sont rarement correctement évalués. Au-delà de ces effets négatifs directs ou « visibles », il en est d'autres qui mettent en cause les filets protecteurs qu'ont élaborés les populations pour se prémunir contre le risque : effets indirects liés à la compétition entre « filières » à l'inadaptation des politiques et à l'incohérence des projets entre eux.

Nous avons évoqué les effets des *délégations du pouvoir fiscal* en Inde, du

pouvoir central à des potentats locaux, plus soucieux de pressurer les ruraux que de leur permettre de parer au risque alimentaire. En Égypte, les *concessions de terres* aux dignitaires du régime, en guise de rémunération ont permis à ceux-ci d'accaparer 44 % des terres en 1844 (RUF T. 1986), ce qui entraîna, par la suite, la mise en œuvre de *réformes agraires* limitant la propriété foncière à 200, 100 et 50 feddans (80, 40 et 20 ha).

Ces réformes agraires (redistribution des terres) longues à mettre en œuvre, quand elles ne sont pas détournées (Land Ceiling Acts indiens dans certains États), n'ont que rarement des effets positifs sur l'augmentation globale de l'offre alimentaire si elles ne sont pas accompagnées de mesures favorisant le crédit aux plus démunis ou l'accès facile aux autres moyens de production que la terre.

Les résultats sont connus : morcellement du foncier rendant difficile la « modernisation » de l'exploitation, facteurs de production échappant aux nouveaux propriétaires (comme l'irrigation ou les intrants), maîtrise de la gestion problématique chez les anciens ouvriers agricoles, organisation collective de soutien délicate à mettre en œuvre,...

Il n'en reste pas moins que redistribution des terres, révision des statuts de métayage, de fermage, et mise en place de salaires agricoles décents apportent, au-delà de la charge symbolique essentielle de ces actions, une *relative* sécurité alimentaire au plan familial dans les campagnes. Elles constituent dans bien des lieux une condition nécessaire, mais non suffisante du développement agricole.

La réforme égyptienne (1952, 1961, 1969) a porté sur la redistribution de 1/5<sup>e</sup> de la superficie agricole utile. Elle a renforcé la place de la petite propriété (moins de 2 ha) sans pour autant éliminer la grande propriété et réduire la part des importations alimentaires.

TABLEAU I  
Évolution de la structure foncière égyptienne

	1952		1977	
	Propriétaires	surface	propriétaires	surface
moins de 2 ha	94,3 %	35,4 %	95,2 %	52,0 %
2 à 20 ha	5,3 %	30,4 %	4,6 %	33,5 %
plus de 20 ha	0,4 %	35,2 %	0,2 %	14,5 %

Source : T. RUF, 1986.

En fait, et l'exemple nassérien est significatif, les résultats de ces interventions, demandent des « ressources politiques » considérables, sont relativement minces quant à la sécurité alimentaire : 9 % seulement de la population rurale auraient été touchés, mais 35 % de la force de travail agricole seraient des « paysans sans terres » (THOMSON A. M., 1985, TUBIANA L. 1981).

De plus, l'ensemble des producteurs qui fournissaient 75 % de la consommation du pays en blé et farine de blé en 1950 ne participait plus que pour 24 % dans celle-ci en 1980 (TUBIANA L. 1981). Il n'y a pas cependant de lien explicite entre réforme agraire et dépendance alimentaire extérieure : système de régulation favorable à la demande urbaine, gestion problématique de l'irrigation pérenne, dynamique agricole reposant sur les 5 % d'exploitations grandes et moyennes et des fermes d'État inefficaces, croissance

démographique élevée et choix cotonnier expliquent en grande partie l'état actuel des choses.

La « modernisation » agricole par ses objectifs, mais aussi par ses méthodes, peut rendre plus fragile ou plus fluctuante la production vivrière. On pense ici à l'introduction des cultures d'exportation ou aux projets agro-industriels ou d'agriculture contractuelle. Non pour dire qu'ils sont néfastes dans tous les cas d'espèce mais dans un certain nombre ; par les effets au second degré de leur mise en œuvre.

Au Togo, la culture du coton que ce soit dans l'aire du maïs, de l'igname ou du mil n'aurait pas nui au développement des cultures vivrières (SCHWARTZ A., 1985)<sup>12</sup>.

Au Cameroun septentrional cependant, le coton concurrence les cultures vivrières de saison des pluies au plan des sols et de l'utilisation de la force de travail. Beaucoup de coton signifie ici déficit vivrier important. Le problème fut en partie résolu par les paysans eux-mêmes grâce à la culture du sorgho repiqué de saison sèche permettant à la fois l'étalement du calendrier agricole et la valorisation de sols inutilisables pour le coton (WEBER J. 1979).

Pas de concurrence vivrier/culture de rente ? Dans l'ouest du Cameroun l'extension de la culture masculine du café Arabica s'est faite dans certaines chefferies au détriment des cultures vivrières féminines (Nso, par exemple). Dans la mesure où le revenu monétaire obtenu par les ventes de café sert à satisfaire des besoins non alimentaires (éducation, habitat, santé...), on peut se demander si la division sexuelle des tâches combinée à une forte pression foncière dans une région densément peuplée n'aboutit pas à la sous-alimentation. L'essor d'un vivrier marchand n'améliore pas nécessairement le bol alimentaire.

Au Rwanda (région de Gisenyi), une étude comparant l'alimentation de familles vivant dans le même milieu géographique montre que celles qui cultivent du thé mangent moins bien que celles qui n'en cultivent pas et ceci, bien qu'elles dépensent plus pour acquérir leur ration alimentaire. Toutefois, leur « train de vie » est plus « moderne ». Pour acquérir une ration équivalente aux agriculteurs vivriers vivant largement en autosubsistance sur le marché local, les producteurs de thé devraient recevoir une rémunération 10 fois plus importante ! (LAURE J. 1986).

En conclusion, l'introduction de cultures d'exportation fait surgir en arrière-plan d'autres variables déterminantes : termes de l'échange local et

TABLEAU II  
Cultures d'exportation en Afrique Noire : prix — producteur et inflation (1960-1980)

Prix d'achat au producteur  
Fcfa par Kg (fcfa constants, base 100 en 1980)

Moyenne		1960-61-62	1978-79-80
Arachides	Sénégal	53,9	49,6
Coton	Burkina Faso	88,6 (1)	60,2
Cacao	Côte d'Ivoire	327,6	326,5
Café Robusta	Cameroun	335,5	329,4

(1) 1964-65-66 pour le Burkina Faso.

Source : DONANT F., 1982 - Evolution de la fiscalité dans 13 pays d'Afrique Noire, incidences de la fiscalité sur le développement, Paris, MRE-Codev, études et documents N°48, p72.

international, prélèvements étatiques, division sexuelle du travail, calendrier agricole, pression foncière, niveau d'insertion dans l'économie marchande, contrôle et emploi des revenus dans la cellule familiale,... Bref, l'introduction d'une culture industrielle peut comporter des dangers, car elle se trouve être le révélateur inattendu de tensions internes ou d'équilibres fragiles et l'on n'est en aucune manière assuré d'une rémunération suffisante et régulière (voir les prix-producteurs en longue période en Afrique et l'instabilité des prix mondiaux du sucre, du café, du cacao, de 30 à 90 % sur vingt ans!).

Les vastes complexes agro-industriels, créés de toutes pièces lors de la colonisation ou après les indépendances pour gagner des devises en exportant des produits tropicaux, ont destabilisé bien souvent les régions où ils étaient implantés : afflux d'ouvriers agricoles masculins jeunes, raréfaction et cherté des vivres, « syndrome plantation-esclavage » dans les Caraïbes. Telle est la situation de la région du mont Cameroun où près de 100 000 ha des meilleures terres ont été « retirées » de l'espace vivrier (COURADE G. 1980). Le problème alimentaire devient parfois si crucial qu'on a aussi créé des plantations industrielles ou des fermes d'État pour nourrir les citadins — Gabon, Egypte, Éthiopie — avec des résultats peu probants !

Quand on parle de « modernisation agricole » hors d'Afrique Noire, on pense surtout « révolution verte »... Pays-phares : la Chine, l'Inde, le Pakistan, l'Indonésie, la Turquie, Taïwan, les Philippines, le Mexique...

Succès des variétés de céréales à haute potentialité de rendement adoptées en milieu « paysan » : de 0,1 % en 1965, ces variétés occupent 49,8 % des surfaces en blé en 1983 ; même progression pour le riz : 8,4 % en 1965, 57,6 % en 1983 dans les pays en développement (CGIAR 1985)<sup>13</sup>.

Le terme même de « révolution » utilisé traduit l'espoir magique mis dans les nouvelles semences mises au point par les sélectionneurs des Centres Internationaux de Recherche Agricole (E. BORLAUG, le plus connu). Plus productives, les variétés nouvelles le sont quand elles sont cultivées dans des milieux contrôlés (protection renforcée de plantes plus fragiles), irrigués et enrichis par des doses d'engrais quatre ou cinq fois supérieures aux variétés locales ! C'est dire l'importance de l'environnement scientifique et industriel (agrochimie notamment) et des systèmes de distribution et de crédit pour l'achat et l'acheminement en temps utile des intrants nécessaires. Cela suppose aussi une formation agricole. Mais par ailleurs, quelle ouverture pour l'agrobusiness ! Quelle multiplication des risques de production avec des plantes plus vulnérables aux stress hydriques, aux maladies et aux insectes et avec des façons culturales nouvelles pour les producteurs (culture pure) !

En fait, il s'agissait du transfert du modèle agricole des pays industriels. Celui-ci ne pouvait être adopté que par des agriculteurs prêts à prendre des risques comme le montre l'Inde : au Punjab indien, toutes les catégories de riziculteurs, au Bengale Occidental ou au Kérala, les exploitations de plus de 10 ha surtout ; en Assam et au Maharashtra, très peu dans chaque type d'exploitation (BARKER R. et HERDT R. W. 1985) (tabl. III). Cette réponse diversifiée du sous-continent indien donne à tous des arguments : aux centres internationaux qui estiment rapidement que les producteurs pauvres auraient été touchés, aux détracteurs de la révolution verte jugeant qu'elle a accentué disparités géographiques et inégalités sociales. Au Punjab même, bons élèves de la révolution verte, les propriétaires ont préféré éliminer les fermiers et cultiver eux-mêmes leurs terres en mécanisant leur exploitation (LAXMINA-RAYAN H. et TYAGI S. S. 1982). De plus, les bons résultats indiens ne se sont pas traduits par une baisse substantielle du nombre de personnes vivant en état d'insécurité alimentaire.

TABLEAU III

Pourcentage de variétés à haute potentialité en riz plantées selon la taille des exploitations agricoles par Etat en Inde (1975-1976)

Etats	millions d'ha en riz	% de la surface en VHP selon la taille de l'exploitation				
		moins d'1 ha.	1-2 ha.	2-4 ha.	4-10 ha.	+ de 10 ha.
Bengale Occ.	5,4	18	13	17	15	50
Kerala	0,9	48	39	51	100	100
Punjab	0,6	99	100	100	100	100
Haryana	0,3	71	91	92	86	93
Maharashtra	1,4	4	6	7	12	0
Assam	2,2	1	1	2	0	0
Tamil Nadu	2,6	70	60	50	67	19
Andra Pradesh	3,9	34	42	54	54	49

Enquête de l'India's National Council of Applied Economic research-25000 exploit.

Aujourd'hui d'ailleurs, centres internationaux et FAO ne croient pas dans l'immédiat à la « révolution verte » pour l'Afrique Noire, ni à d'autres mythes qui ont causé des désastres : colonisation de terres « neuves » excédent de main-d'œuvre mobilisable pour le travail de la terre, expansion des surfaces irriguées (FAO 1986).

#### 2.4. Régulations inadaptées ou à courte vue

La Banque Mondiale le souligne : « *les interventions gouvernementales aggravent souvent, plutôt qu'elles ne réduisent, l'instabilité de l'offre et des prix* » (Banque Mondiale 1986). Paradoxe apparent seulement !

L'État est mis en cause dans la manière dont il assume les arbitrages entre citadins et ruraux, à court terme et à long terme, dans la façon dont il prélève, redistribue et réglemente, dans la cohérence de ses interventions dans tous les secteurs (BRUNEL S. *et al.*, 1986). Les mesures visant à stabiliser l'offre et les prix, celles qui tendent à réduire l'insécurité structurelle ont parfois des coûts et une faisabilité administrative et politique sans commune mesure avec les avantages que l'on en escompte, d'où leur fragilité.

L'échange international, les rapports Nord-Sud commandent aussi bien des éléments du puzzle alimentaire : que l'on songe à la disparition des subventions alimentaires par suite d'ajustement structurel ! Mais il y a aussi des mécanismes de régulation entre les mains des « sociétés civiles » comme les processus d'urbanisation ou les rapports villes-campagnes et qui pèsent sur le niveau de l'insécurité alimentaire : urbanisation « physique » disproportionnée avec la situation agro-alimentaire, adoption de styles alimentaires conduisant à la sur-consommation d'aliments non domestiques (COURADE G. et BRUNEAU M. 1983). On peut se demander ici ce que traduit la rupture des complémentarités villes-campagnes : une plus grande confiance dans la capacité des États à régler les problèmes fondamentaux, un recul des réflexes conservatoires attribuant à la campagne des vertus nourricières, une culture devenant plus urbaine, moins « enracinée » et plus internationale ?

Le vocable de *régulation* recouvre ici non seulement les actions conscientes de l'État et des acteurs internationaux, mais aussi les mécanismes, les processus et les pratiques divers concourant à ajuster les structures économiques et sociales aux problèmes posés par les différentes formes de l'insécurité alimentaire.

Il y a évidemment *débat sur le mode de régulation* le plus approprié. Ainsi, le marché international est-il un bon élément de régulation quand les *prix réels* (taux de change et inflation compris) sont à la hausse alors que les prix mondiaux nominaux en dollars sont à la baisse ? Qui peut prévoir l'évolution des parités monétaires et des prix au point de livraison ? Ainsi, de 1970 à 1983, si le prix mondial du blé en dollar a baissé de 1,8 %, il a augmenté en Egypte de 5 % avec une variation de prix *moyenne* annuelle de 7 %. Or, il faut savoir que l'Égypte qui importait 2 millions de tonnes d'équivalent blé en 1970 en achetait 6,5 en 1983 ! (Banque Mondiale 1986 p. 67, TUBIANA L. 1981 p. 37).

Les interventions du Fonds Monétaire International (FMI) dans plus de la moitié des pays en développement, visant à rétablir l'équilibre des balances des paiements et à réaménager une dette devenue insupportable, annihilent toute possibilité de régulation autonome quand elles ne prennent pas le contrepied des règles en vigueur.

*L'ajustement structurel* puisqu'il s'agit du terme consacré « est centré sur la restauration de la capacité de remboursement intégral de la dette par tous les moyens, dont le principal est la création d'une épargne forcée obtenue par une nouvelle baisse du niveau de vie » (ROCH J. 1986)<sup>14</sup>.

Ainsi, à Madagascar, suite à l'accord de juillet 1982, le FMI a obtenu l'application des mesures suivantes (HUGON PH. 1985) :

- dévaluation de la monnaie de 13,5 %
- augmentation des prix agricoles aux producteurs (riz : + 40 %) et « vérité des prix » pour les denrées de base subventionnées (riz : + 86 %) ;
- stagnation des salaires réels (pas de progression du pouvoir d'achat) ;
- réduction du déficit budgétaire et des dépenses publiques ;
- libéralisation du commerce.

La politique économique mise en œuvre vise donc à rétablir la compétitivité du riz local par rapport au riz importé (ce qui est, a priori positif), à dégager des surplus exportables et à transférer les responsabilités de l'État au secteur privé. On assiste donc à l'appauvrissement forcé des consommateurs et à un retrait de l'appareil d'État sans pour autant être assuré que l'offre locale répondra à une demande diminuée. L'accroissement immédiat de l'insécurité alimentaire des non-producteurs peut se poursuivre et s'accroître si l'on ne retrouve pas les équilibres recherchés. De cure d'austérité en processus d'« assainissement », on va jusqu'au rejet de la « potion amère » !

D'autres éléments des *relations Nord-Sud* menacent la sécurité alimentaire : la compétition entre filières agro-alimentaires transnationales et locales décrites en Amérique Latine<sup>15</sup>, la concurrence aliment du bétail et aliment pour l'homme (maïs, blé, manioc), la concentration des facteurs de production dans le Nord avec la mise en place d'une agriculture de plus en plus artificialisée, les variations des recettes d'exportation.

Sur ce dernier point, la Banque Mondiale estime à partir de simulations, qu'en 1990, selon toute vraisemblance, l'Éthiopie devrait importer plus de 3 millions de tonnes de céréales pour nourrir convenablement sa population et pour ce seul poste, investir 86 % de ces recettes d'exportation ! Comment sortir de ce cercle vicieux sans aide extérieure ? Et celle-ci, ne constitue-t-elle pas, par son importance, un risque ?

Pour stabiliser des prix intérieurs, répartir l'offre entre régions déficitaires et excédentaires, secourir les nécessiteux et régulariser l'offre sur plusieurs années, les populations ont de tout temps eu recours aux greniers, au stockage

à petite échelle. La Banque Mondiale met en garde les États contre les coûts élevés du stockage à grande échelle.

La FAO pourtant, proposait au CILSS la mise en place de stocks régionaux et nationaux de sécurité de 465 000 tonnes. Coût estimé : 1,2 milliards de dollars ! Ce projet était destiné à parer à deux risques : rupture des approvisionnements extérieurs, jugés longtemps nécessaires, et chute brutale de la production locale. L'enclavement et la faible efficacité des moyens de transport rendaient, en effet, la zone plus vulnérable à ces événements. Ce projet élaboré en 1980 n'a pas été retenu. Il partait de l'hypothèse qu'il n'y avait pas lieu d'admettre comme possible la « reconquête préalable du marché intérieur » dans certains pays : Burkina Faso, Niger, Mali. Il reposait aussi sur l'idée, controversée, de l'efficacité des offices céréaliers publics comme sur la sous-estimation du stockage paysan. Il supposait substituables céréales importées (riz et blé) et céréales locales (mil, sorgho). Il se heurtait enfin à la souveraineté sourcilieuse des États et il coûtait fort cher, dans la mesure où il cherchait à couvrir à 100 % un risque qui est très difficile à estimer, faute de statistiques fiables de production, de consommation et de pertes (HIRSCH R et BAILHACHE R. 1981, AUDETTE R. et GROLLEAUD M. 1984).

*Le stockage* reste pourtant au centre d'une « police des grains » mais il comporte toujours des coûts et des inconvénients qui doivent être mis en relation avec la faisabilité et le niveau de stabilisation et de sécurité que l'on en attend. Vieux débat que l'on peut illustrer par l'expérience chinoise du XVIII<sup>e</sup> siècle (WILL P. E. 1983).

L'État centralisé des empereurs Qing avait mis au point un système de stockage public, ingénieux, précis et techniquement avancé, cherchant à la fois à stabiliser les prix et à assurer l'ajustement de l'offre et de la demande dans le temps et dans l'espace. Tout reposait sur des greniers sous-préfectoraux « à prix constants » visant à l'autarcie locale. Problèmes posés par la gestion de ces greniers : acquérir des grains sur le marché libre sans pour autant susciter une flambée des prix tout en maintenant le niveau des stocks ; cibler les interventions sur le marché (vente à prix réduits afin de stabiliser les prix pour les urbains, prêt d'une fraction des stocks aux paysans démunis lors de la soudure entre deux récoltes) sans qu'il y ait détournement, fraude ou gaspillage ; contourner la contradiction entre l'impératif de restockage et l'insuffisance des fonds disponibles ou du prix d'intervention ; veiller à la qualité de conservation des stocks par rotation rapide des réserves quel que soit le niveau de production.

Le système chinois, centralisé, bureaucratique, sans réelle souplesse suscitait des contrôles, contrepartie des irrégularités et abus existants et des ajustements locaux nécessaires pour le faire fonctionner. On peut cependant noter que si le service rendu n'était pas à la hauteur des ambitions dynastiques, il n'était pas mince et beaucoup plus efficace que les systèmes passés. Il n'en reste pas moins qu'il protégeait plutôt contre le risque conjoncturel (famine, rareté) que contre la sous-alimentation chronique.

Si l'Inde est « sortie » définitivement (?) du cycle aide alimentaire/famines, ne le doit-elle pas à la fois à la mise en œuvre d'une capacité publique de stockage dépassant les 20 millions de tonnes comme à une politique des prix favorable à l'offre (au-dessus des prix mondiaux) et à un système de magasins vendant des denrées de base subventionnées qui amortit les chutes de revenus (KERMEL TORRES D. 1985) ? Cette « artificialisation » de l'économie trouve ses limites quand il y a surproduction, eu égard à la demande solvable interne ou aux bas prix internationaux.

Le coût du stockage (11 milliards de roupies en 1984-85 contre 5,7 en 1977-

78) est-il disproportionné par rapport aux avantages procurés ? La question se pose dès lors que le volume stocké représente deux années de fonctionnement du système de distribution subventionné, que les pertes sont élevées et que le grain est trop cher pour être vendu sur le marché international. Aussi, les « libéraux » proposent-ils de recourir à une politique d'importations combinée à des stocks moindres pour atteindre les mêmes objectifs. Le seul problème, c'est que le marché international des grains est loin d'être « transparent » !

De toute manière, ici aussi, l'Inde s'est assurée la maîtrise des oscillations brutales de l'offre plus qu'elle ne satisfait au déficit alimentaire familial habituel. Est-ce parce que l'insécurité chronique est une fatalité acceptée par les opinions publiques recevant plus difficilement la comptabilité macabre liée à une catastrophe ?

Les programmes de *subventions alimentaires* semblent constituer pour bien des pays en développement mais aussi<sup>16</sup> dans l'Amérique reaganienne — le meilleur moyen de combattre la pauvreté à court terme sans cependant, l'éradiquer. Bref, la rendre supportable et politiquement « invisible ». La question de l'efficacité-coût de ces programmes se pose inévitablement dans un contexte de réduction des dépenses publiques quand ces programmes ne sont pas ciblés, qu'ils n'atteignent pas les ayants-droits, qu'ils découragent la production domestique ou qu'ils entraînent des coûts d'importation ou d'acheminement prohibitifs.

En Égypte, on a affaire à des subventions généralisées (aliments de base des pauvres, mais aussi viande congelée) qui grèvent lourdement le budget de l'État : 0,2 % en 1970-71, mais plus de 10 % entre 1974 et 1980 (5 % au moins du P.I.B.) (ALDERMAN H. *et al.*, 1982).

Ici, citadins et ruraux bénéficient de ces transferts de revenus avec, semble-t-il, des niveaux nutritionnels relativement bons. 46 % des subventions vont au blé qui est très largement importé. Mais, ces subventions s'accroissent en fonction de l'effet conjugué des cours mondiaux, du taux de change de la livre égyptienne... et de l'expansion démographique. On mesure ici le poids de ce programme sur la balance des paiements et la difficulté pour le décideur de relever les prix à la consommation, à moins d'y être acculé par ce que l'on désigne en France par le terme de « contrainte extérieure ». L'Égypte en a fait l'expérience avec l'augmentation annoncée de certaines denrées (jusqu'à + 67 %) qui fut différée par suite de troubles sociaux. Le maintien des subventions a été financé de l'extérieur par des prêts et des dons, mais aussi par le déficit budgétaire. Simple report à plus tard d'une mesure impopulaire : une réduction graduée des subventions est intervenue depuis avec les conséquences que l'on imagine. La *transition de l'État-providence à la famille-providence de la charge du risque alimentaire* ne peut le plus souvent que générer de l'insécurité chronique chez les plus défavorisés.

On touche ici à plusieurs éléments commandant directement le degré de vulnérabilité du système alimentaire :

— l'objectif prioritaire du système de régulation et le mode de régulation qui se met *véritablement* en place ;

— les choix politiques et idéologiques qui président aux objectifs et aux moyens de les atteindre.

En fait, l'éventail des choix cruciaux [certains nient qu'il puisse y avoir d'autres choix que les leurs<sup>17</sup>] est limité et tourne autour de quelques points controversés globalement ou suivant le contexte. Faut-il avoir recours aux importations ou principalement à l'offre intérieure et dans ce cas, quel niveau



de protection tarifaire ou quantitative appliquer ? L'intervention redistributive (politique des revenus) doit-elle porter sur la production et/ou la consommation, selon quel dosage et avec quel objectif espéré ? Doit-on mettre en œuvre un système de prix officiels différenciés, fondé sur les coûts de production, le pouvoir d'achat des consommateurs ou les prix-frontières des aliments importés ? Quel usage faire des subventions aux intrants (diminution du prix d'achat des engrais pour le producteur à certaines conditions) et des subventions alimentaires généralisées ou ciblées (destinées à réduire l'insécurité chronique des plus défavorisés) ? Quel type d'organisation viable du marché peut-on promouvoir (privé, étatique, mixte, supranational) ?

Les solutions adoptées reposent tout autant sur des options idéologiques (un certain nombre d'*a priori* ou d'intérêts à défendre) que sur des essais de modélisation posant comme postulats (principes non démontrables qui paraissent légitimes) les principes de la théorie économique en tentant par exemple, d'organiser les mécanismes de régulation autour du choix premier et incontournable de la « révolution verte » : développement autour de la filière-plante.

Ceci a donné naissance à une masse d'études orientées : travaux sur le coût de la protection et les bénéfices à tirer de la libéralisation des contingentements et barrières tarifaires<sup>18</sup>, évaluation des effets de prix élevés à la production (PINSTRUP ANDERSEN P. 1985)<sup>19</sup>, mesures à prendre pour réduire les effets pervers du changement technologique (inégalités et chômage agricole) (MEL-LOR J. W. et DESAI G. M. *et al.* 1986). Ces modèles *reconstruisent* après coup les conditions des « succès » asiatiques en termes d'autosuffisance nationale.

En Afrique Noire, il est partout question de relèvement des prix alimentaires à la production et à la consommation. Toutefois, *les prix officiels ne sont même pas, dans bien des lieux, indicatifs* en raison de l'inefficacité des moyens de commercialisation existants (offices céréaliers, missions cultures vivrières, food marketing boards). Les mécanismes de régulation étatique étant ici inopérants, ce sont les mécanismes marchands ou souterrains qui assurent celle-ci, dans l'inégalité, le plus souvent. Ainsi, si une offre alimentaire contingentée à bas prix existe, elle sera accaparée par les mieux placés dans la filière de commercialisation comme ce fut le cas en Mauritanie, en Gambie et au Sénégal jusqu'en 1985<sup>20</sup>. Quelle belle rente de situation quand les acheteurs de riz à prix officiels peuvent le vendre au marché « libre » au double du prix d'achat !

Aucun mode de régulation ne peut à la fois combattre tout à la fois la précarité des conditions d'existence des petits producteurs marchands, des agriculteurs vivant en autosubsistance, des ruraux sans autres sources de revenus que leur force de travail et des catégories de citadins défavorisées ou marginalisées. Il favorise nécessairement une catégorie de population *au détriment* d'une autre. La hausse des prix à la production ne concerne pas directement les ouvriers agricoles ou les paysans vivant en autosubsistance. Les subventions aux intrants fortement « conseillées » pour les cultures d'exportation n'ont de retombées vivrières que s'il y a succession des cultures sur la même parcelle (Afrique Noire). Encore que de nombreux agronomes soient réservés sur l'arrière effet de l'engrais des cultures de rente sur les plantes vivrières. Elles sont un moyen de soutien des revenus des producteurs agro-exportateurs les plus importants. Les bas prix effectifs à la consommation avantagent tous les citadins et pénalisent les producteurs ruraux s'il n'y a pas maintien des prix à la production. Le système fiscal direct et indirect corrige ou accentue les inégalités de revenus : les producteurs africains de cultures d'exportation sont ainsi taxés à 35-40 % dans bien des cas ! La surévaluation

du taux de change effectif permet aux importations alimentaires d'être meilleur marché, et ceci avantage le consommateur au détriment du producteur (Ghana, Nigéria avant les dévaluations récentes, Afrique francophone).

Il faut aussi souligner que tout système de subventions ciblées ou générales, en raison de ses implications variées et imprévues, suppose, pour être mis en œuvre, à la fois des moyens financiers, un certain niveau d'efficacité administrative et une volonté politique sur le long terme. Tous ces éléments nécessaires à l'édification d'un véritable *système de protection sociale* — d'État-providence (welfare state) — sont rarement réunis de nos jours... même dans les pays développés !

Il n'est donc pas étonnant de voir ici et là, en Afrique Noire un repli défensif de certains paysans sur le vivrier par suite de la faible rémunération des cultures d'exportation et de l'apparition d'un marché vivrier urbain plus rémunérateur. Dans des cas graves (insécurité, précarité des conditions de vie en ville), on assiste à un « exode urbain » de néo-citadins revenant à la campagne (PIERMAY J.L. 1978), exode qui devient d'actualité avec les programmes d'ajustement structurel qui diminuent d'abord les revenus citadins.

### 3. L'ÉVALUATION, LES PERCEPTIONS ET LES PARADES

Bien des éléments du dossier ont été trop rapidement abordés. Que retenir des exemples et des réflexions avancés ?

Quatre idées : L'insécurité alimentaire se manifeste sous différentes formes ; elle ne peut se réduire à un système simple de causalités « naturelles » ; les moyens employés pour la combattre peuvent l'aggraver ; *toutes les formes d'insécurité ne sont pas pareillement perçues en termes de risque inacceptable par les opinions publiques, les décideurs et les populations concernées.*

Il découle de ces constats que l'on n'aura pas — en haut lieu — la même vigilance à l'endroit des différentes formes d'insécurité alimentaire et que l'existence de formes de contre-pouvoir garantira, plus que tout autre élément, la prise en compte des différents intérêts en présence (et notamment ceux des ruraux) et la réaction rapide des décideurs face à une crise conjoncturelle<sup>21</sup>.

*Les systèmes d'évaluation et de détection* de l'insécurité conjoncturelle que l'on se propose de mettre en œuvre, notamment en Afrique Noire, piétinent malgré les performances obtenues par la télédétection et les bilans hydriques. *Stratégie du pompier* et non de l'assureur, stratégie incertaine et difficile. L'incertitude des statistiques sur la production est supérieure à 10 %, écart déterminant dans le déclenchement d'un processus d'insécurité. Elle se cumule à la méconnaissance des variations du niveau des échanges à l'échelle locale, régionale ou nationale (stockage de précaution ou de spéculation, pertes non contrôlées, goulots d'étranglement du transport, etc.) Il s'avère difficile de sélectionner les points d'observation pertinents en amont et en aval des filières alimentaires. Prénance, ici aussi, de l'approche agronomique : la tendance sera de tenter de prévoir la récolte avec l'aide du producteur. L'approche par les valeurs relatives commercialisées nous semble plus prometteuse pour déceler l'insécurité conjoncturelle<sup>22</sup> qui ne traduit pas terme pour terme, une fluctuation de la production.

Beaucoup reste à faire encore pour connaître *l'instabilité des revenus des ménages* appelés à s'approvisionner sur le marché alimentaire, qu'ils soient à la campagne ou à la ville.

*Les parades officielles* aux situations d'insécurité participent elles-mêmes du

processus engendrant le risque, comme nous l'avons noté plus haut. Machines complexes à finalités multiples et parfois contradictoires, les politiques alimentaires se grippent, dérivent, ont des effets pervers, mais aussi subissent les contrecoups des révisions imposées aux politiques économiques, financières ou monétaires, et sont loin d'avoir la durée devant elles. Expression de rapports de force sociaux, elles peuvent être modifiées brutalement lorsque ceux-ci se modifient.

Au niveau des familles, bien des *comportements sécuritaires* mis en œuvre ont une validité qui repose sur une certaine stabilité des différents cercles constituant l'environnement écologique, économique et social immédiat ou plus lointain : complémentarités écologiques, diversité des ressources ou des sources de revenus, entraide, solidarité ou échanges... Ces parades tactiques ont leurs limites : pensons aux régions dépendantes des « retombées » de l'émigration quand il y a expulsion des émigrés, suite à des licenciements ou à la xénophobie ! En fait, il y a combinaison entre politiques officielles et stratégies privées, entre idéologies dominantes et mentalités populaires<sup>23</sup> pour amortir, réduire ou aviver le risque.

*L'aversion vis-à-vis du risque de fluctuations des ressources* n'est pas la même selon les acteurs du système alimentaire et l'enjeu que ce risque représente pour eux. La perception du danger de privation alimentaire sera d'autant plus grand que l'on sait avoir des ressources faibles et/ou instables dont l'essentiel est consacré à l'alimentation<sup>24</sup>. L'expérience de la pénurie, ou de l'obligation d'achat d'aliments peu appréciés, est à l'origine de comportements thésaurisateurs déséquilibrant le marché.

Le système alimentaire tel qu'il fonctionne dans l'économie capitaliste suppose aussi l'existence de *spéculateurs* qui interviennent pour assurer l'ajustement entre les vendeurs et les acheteurs dans le temps et l'espace, et assumer une certaine couverture des risques de fluctuations des prix (CHALMIN PH. 1983).

En *économie de rareté et d'opacité* (production, information, crédit, transport), toute une pléiade de spéculateurs ayant une connaissance intuitive du marché et usant de positions-clés permettent au système d'échanges de fonctionner tant bien que mal. La typologie des spéculateurs haïtiens en témoigne : Madam Sarah locales et régionales, revendeuses, maîtres de dépôts, « sous-marins », etc... (GIRAULT C. et LA GRA J. 1977). Peut-on se passer d'eux et aggraver-ils l'insécurité alimentaire ? Débat piégé... mais nécessaire : quand l'État remplace ces intermédiaires, peut-il faire mieux ? La Tanzanie ne réussit pas à remplacer convenablement les commerçants indiens chassés ; l'administration indienne arrive à gérer un système de distribution alimentaire public avec une *relative* efficacité.

Bien des dispositifs techniques (subventions, transferts sociaux, politiques de prix, changements structurels en amont et en aval des filières alimentaires) permettent d'éviter la détérioration des conditions d'existence des populations avec, cependant, des *disparités criantes*, même quand ces dispositifs atteignent leurs objectifs.

C'est que, bien souvent, la sécurité alimentaire n'est qu'une finalité *seconde* par rapport à d'autres : indépendance économique, internationalisation de l'économie, intégration nationale, alimentation à bas prix des citoyens, etc. La recherche de l'*autosuffisance alimentaire* porte en elle cette ambiguïté quand elle ne sert pas d'alibi. Le cas indien illustre bien la multiplicité des objectifs d'une politique alimentaire de ce type.

De 1956 à 1970, ce pays a reçu 58 millions de tonnes d'aide alimentaire américaine (titre 1 de la Public Law 480) et, au moment de la crise de 1965-67 l'Inde a été obligée d'engager 40 % de ses recettes d'exportation pour ses

achats alimentaires mettant en péril son industrialisation. Sur 35 ans (1949/50 à 1984/85), elle a connu 22 années déficitaires, années où la production intérieure de grains alimentaires a été inférieure à celles qui les ont immédiatement précédées dans le cadre d'une progression d'ensemble.

À partir de 1960/61, l'Inde s'est employée à rattraper la demande par une production intérieure toujours plus importante : « révolution verte », prix élevés à la production, protection du marché intérieur, stockage et distribution subventionnée d'aliments. Les résultats quantitatifs ont été au rendez-vous avec un recours sans précédent à l'agrochimie : 55 millions de tonnes de grains alimentaires en 1951 (pour 361 millions d'habitants), près de 150 millions de tonnes en 1985-86 (pour 750 millions d'habitants).

Cet effort de *reconquête du marché intérieur* et d'éradication des famines (insécurité alimentaire conjoncturelle) doit être situé dans le projet politique indien du parti du Congrès : développement industriel autonome de la « plus grande démocratie du monde », refus d'être inféodé aux deux Grands, aspiration à jouer un rôle international à la mesure de sa taille... Il s'agissait d'un préalable qui ne résoud pas les graves problèmes de sous-alimentation et de malnutrition qui touchent encore 40 % de la population, l'équivalent de la population totale de l'Afrique Noire !

Une option de ce type en Afrique sub-saharienne, dans le cadre d'États encore artificiels, d'économies extraverties mais protégées et peu efficaces et de sociétés en voie d'occidentalisation, présente bien des coûts nécessitant des arbitrages douloureux (COUSSY J. 1986) sans pour autant améliorer la sécurité des populations les plus vulnérables.

Dans l'Afrique ex-française, le *concept d'autosuffisance* vient-il à l'encontre de l'ex-pacte colonial — aux africains, la fourniture des productions tropicales, à la métropole ou à l'Asie celle de denrées alimentaires pour les citadins — ? Est-il une réponse à la baisse des cours des produits d'exportation, au déséquilibre de la balance des paiements ?

Au mieux, on tente d'apporter, sans résultats probants, une réponse au développement de la consommation du riz (au Mali, 96 kg par an et par personne en ville, mais 3 à la campagne) par le biais de grands périmètres hydro-rizicoles reposant sur une relation contractuelle très directive. Malgré (ou à cause) de cela, ce riz revient très cher (le double de son prix de vente au Sénégal, en 1981-82) et il est parfois exporté (au Nigéria pour celui de la SEMRY du Cameroun septentrional).

Il a fallu attendre les politiques d'ajustement structurel pour que l'on songe à une *politique incitatrice des prix à la production vivrière*. Solution miracle ? Pas partout. La faible élasticité de la production par rapport aux prix dans certaines zones conduit à penser qu'un relèvement des prix à la production conduirait les paysans à destocker et à étendre les surfaces cultivées plutôt qu'à augmenter les rendements : « *l'intensif nourrit et l'extensif rapporte* » (P. GOUROU). Une politique des prix favorable à la production suppose, en maints lieux, des changements structurels pour avoir tous ses effets... avec le risque de surproduction aussi difficile à gérer. C'est aussi vrai dans la C.E.E. qu'en Inde ou au Sahel en 1985-86. Par ailleurs, l'inorganisation des couches paysannes permettrait à d'autres acteurs d'être les grands bénéficiaires de cette opération, faute de changements structurels dans les filières vivrières. Résultat : plus grande vulnérabilité des producteurs aux aléas climatiques (réserves moindres) et renchérissement du coût de la vie pour les citadins défavorisés et les ruraux arrivant en ville.

À problèmes complexes, solutions largement mûries ! Celles-ci passent-elles par l'émergence d'exploitations paysannes « moyennes » marchandes — le

modèle punjabi transposé — répondant aux incitations<sup>25</sup>? Faut-il plonger dans l'austérité et l'insécurité le monde citadin pour soutenir un monde paysan moins homogène qu'on ne le dit<sup>26</sup>? Peut-on accentuer le transfert de ressources de la grande ville vers le reste du pays quand il est établi que celle-ci le subventionne déjà par le biais du budget (travaux de l'Institut d'urbanisme de Paris)?

## BIBLIOGRAPHIE

- ALDERMAN (H.), VON BRAUN (J.), SAKR (A.), 1982. — Egypt's Food Subsidy and Rationing System : A Description. Washington, IFPRI, *research report* n° 34, 80 p.
- AUDETTE (R.), GROLLEAUD (M.), 1984. — Le stockage non étatique des grains dans les pays sahéliens : bibliographie générale (inventaire, analyse, recommandations). Paris, OCDE-CILSS, 250 p.
- Banque Mondiale, 1986. — La pauvreté et la faim. La sécurité alimentaire dans les pays en développement, problèmes et options. Washington, Banque Mondiale, 77 p.
- BARKER (R.), HERDT (R. W.), 1985. — The Rice Economy of Asia. Washington, Resources for the Future/IRRI, John Hopkins University Press, 324 p.
- BRUNEL (S.) *et al.*, 1986. — Asie-Afrique : greniers vides, greniers pleins Paris, *Économica*, 192 p.
- CGIAR, 1985. — Summary of International Agricultural Research Centers. A Study of Achievements and Potential. Washington, CGIAR-World Bank, 30 p.
- CHALMIN (PH.), 1983. — Négociants et chargeurs : la saga du négoce international. Paris. *Economica*, 287 p.
- CHASTANET (M.), 1982. — Stratégies de survie et politique coloniale pendant la famine de 1903 dans la vallée du Sénégal. In : Sécheresse, famines et État en Afrique, 32 p. *multigr.* (à paraître).
- CHATTOPADHYAY (B.), 1981. — Notes towards an understanding of the Bengal Famine of 1943. *Cressida Transactions*, I, 1 : 112-153.
- COURADE (G.), 1980. — Les plantations d'Univeler au Cameroun. In : Complexes agro-industriels au Cameroun : 7-126.
- COURADE (G.), BRUNEAU (M.), 1983. — Développement rural et processus d'urbanisation dans le Tiers-Monde. *Cah. ORSTOM, ser. Sci. Hum.* vol. XIX, n° 1 : 59-92.
- COUSSY (J.), 1986. — Coûts et conflits d'une politique d'autosuffisance alimentaire en période d'urbanisation rapide. In : Nourrir les villes en Afrique sub-saharienne, l'Harmattan : 367-383.
- DURAND DASTES (F.) 1982. — Famine et sous-alimentation en Inde. *Tricontinental*, n° 273, 11-25.
- FREUD (C.), RICHARD (J.), PAPAZIAN (V.), 1984. — Évaluation des interventions françaises dans l'île de San Nicolau (Cap Vert). Paris, MRE-CODEV, 110 p. *multigr.*
- GARCIA-SOUZA (J.), 1980. — A Basic-Needs Analytical Bibliography. Paris, OCDE, 310 p., *multigr.*
- GIRAULT (CH.), LA GRA (J.), 1977. — Réseaux de commercialisation et approvisionnement urbain en Haïti. In : Nouvelles Recherches sur l'approvisionnement des villes, CEGET-CNRS : 3-46.
- HIRSH (R.), BAILHACHE (R.), 1981. — Note sur l'autosuffisance alimentaire dans les pays sahéliens, et sur le projet de stocks céréalières nationaux et régionaux de sécurité. Paris, CILSS-Club du Sahel, 21 p. *multigr.*
- HUGON (PH.), 1988. — La crise financière en Afrique sub-saharienne et l'intervention du Fonds Monétaire International, *Cahiers du Cernea*, n° 13, 80 p.
- KERMEL TORRES (D.), 1985. — Disponibilités et disparités alimentaires en Inde : l'impact du Public Distribution System. In *Terres, Comptoirs et Silos* : 235-256.
- LAURE (J.), 1986. — Des vivres ou du thé? L'alimentation et les conditions de vie de familles rwandaises. Paris, *Trav. et doc. ORSTOM*, n° 198, 339 p.
- LAXMINARAYAN (H.), TYAGI (S. S.), 1982. — Changes in Agrarian Structure in India, New Delhi, Agricole Publishing Academy, 163 p.
- LEFORT (R.), 1981. — Ethiopie : la révolution hérétique. Paris, Maspéro, 420 p. (170-183).
- MARCHAL (J. Y.), 1983. — Yatenga, Nord Haute-Volta : la dynamique d'un espace rural soudano-sahélien. *ORSTOM, Trav. et Doc. ORSTOM*, Paris n° 167, 874 p. + cartes, .
- MAURER (J. L.), 1986. — les mutations de l'agriculture indonésienne. *Études Rurales*, n° 99-100 : 87-113.

- MELLOR (J. W.), DESAI (G. M.) *et al.*, 1986. — Agricultural Change and Rural Poverty. Variation on a theme by Dharm Narain. N. Delhi, O.U.P., John Hopkins University Press, 233 p.
- OMS, 1974. — Manuel sur les besoins nutritionnels de l'homme. Genève-Rome, FAO n° 287, OMS n° 61.
- PERISSE (J.), 1982. — Les dimensions de la sous-alimentation : aspects méthodologiques. *Tricontinental*, n° 271 : 77-94.
- PIERMAY (J. L.), 1978. — Les mutations du milieu rural à proximité de la ville au nord de Bangui (Centrafrique). *Cah. ORSTOM, ser. Sci. Hum.*, XV, n° 2 : 187-205.
- PINSTRUP ANDERSEN (P.), 1985. — les prix alimentaires et les pauvres dans les pays en développement. *Problèmes Économiques*, n° 1953, (19 déc. 1985) : 16-23.
- ROCH (J.), 1986. — La dette extérieure et l'aide à l'endettement en Afrique de l'Ouest. Abidjan, CIRES, 22 p. dactyl.
- RUF (T.), 1988. — Histoire contemporaine de l'agriculture égyptienne, essai de synthèses. Paris, *Études et thèses, ORSTOM*, 290 p.
- SPITZ (P.), 1983. — Food Systems and Society in India : A Draft interim report. Genève, Unrisd, 393 p. (voir notamment pp. 243-302).
- SCHWARTZ (A.), 1985. — le paysan et la culture du coton. Paris, *Trav. Doc. ORSTOM*, n° 186, 106 p.
- THOMSON (A. M.), 1985. — Egypt : Food security and Food Aid. *Food Policy*, VIII, 3 : 178-186.
- TUBIANA (L.), 1981. — L'Égypte : agriculture, alimentation et géopolitique des échanges. *Maghreb-machreb*, n° 91 : 24-42.
- WEBER (J.), 1979. — Logiques paysannes et rationalité technique : illustrations camerounaises. In : Maitrise de l'espace agraire et développement en Afrique tropicale : *Mém. ORSTOM*, n° 89 : 311-315.
- WILL (P. E.), 1983. — Le stockage public des grains en Chine à l'époque des Qing (1644-1911) : problèmes de gestion et problèmes de contrôle *Annales E.S.C.*, n° 2 : 259-278.
- WHO, 1985. — Energy and Protein Requirements : Report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation. Genève, WHO, Technical Report series 724, 206 p.

## NOTES

1. Voir aussi la note de J. C. WATERLOO sur les changements de concepts entre les deux dates (colloque INSERM, vol. 136 : 23-26).

2. C'est Alain FROMENT, spécialiste d'anthropologie nutritionnelle qui déclare : « À quoi bon entreprendre une coûteuse enquête de consommation alimentaire si l'on ignore les exigences énergétiques de la population considérée ? Les apports recommandés pour une femme enceinte ou allaitante vont de 2 500 à 2 800 calories, alors que bien des femmes d'Afrique ou d'Asie se contentent avec succès de 1 600 calories » (Mémoire de titres et travaux, 1983, p. 5).

En effet, les techniques et les concepts restent insuffisants pour rendre compte des inadéquations gênantes entre les bilans alimentaires et énergétiques car on ignore beaucoup des besoins physiologiques et des adaptations métaboliques dans les sociétés traditionnelles (A. FROMENT, 1986).

L'adaptabilité alimentaire humaine reste encore un domaine mal connu, notamment dans les sociétés vivant en symbiose avec des écosystèmes contraignants. Une étude menée par l'UR M.S.A. associée au MESIRES et au CNRS est en cours au Cameroun sur ce thème (DE GARINE, FROMENT et LOUNG).

3. J. PERISSE indique que la seule « source disponible de manière systématique se limite aux bilans alimentaires moyens par pays ». Ces calculs de bilan reposent sur les estimations de la production, des importations, des utilisations intermédiaires (stocks, pertes, alimentation animale, etc)... et sur la population. Pour nombre de pays, africains notamment, l'estimation de la production vivrière est un exercice très grossier. Et quand on sait que le recensement de la population d'un grand pays comme le Nigéria n'a été faite de manière fiable qu'en 1952, on comprend les limites d'un tel exercice.

4. Voir l'analyse de M. BEAUD sur ce thème (*Le Monde*, 7.03.87. p. 38)

5. Des publications récentes explicitent le point de vue de la Banque Mondiale :

— *Rapport annuel sur le développement du monde 1986*, 277 p. La deuxième partie de ce rapport est consacrée à la « politique du commerce et des prix dans l'agriculture mondiale » : 67-171.

— La pauvreté et la faim : la sécurité alimentaire dans les pays en développement : problèmes et options, 1986, 77 p.

La Banque, dans ses deux publications, défend l'idée qu'il ne peut y avoir de bonnes performances économiques si la sécurité alimentaire est sacrifiée. A long terme, celle-ci passe par une redistribution des revenus et une éradication de la pauvreté. C'est au niveau des mesures à prendre que la Banque reprend à son compte ces thèses qui répondent à la stratégie dite des besoins essentiels (Mac NAMARA, 1973).

6. Le Conseil Mondial de l'Alimentation, créé en 1974, a lancé en 1979, pour répondre à ce souci, le concept de « stratégie alimentaire » qui a été adopté au niveau d'un certain nombre d'instances (CEE notamment) pour conduire leur politique d'aide.

7. Sur cette question de la « détérioration des termes de l'échange », de fluctuations monétaires et d'inflation, on peut se reporter au cas bolivien représentatif jusqu'à l'absurde : change du peso bolivien en dollar passé de 196 en novembre 1984 à 8995 un an plus tard au cours officiel (1350 à 23284 au cours parallèle), inflation annuelle record (1381 % en 1984, plus de 10 000 % en 1985 !), effondrement des cours de l'étain, source de devises alors que la COMIBOL, société nationale, affiche les coûts de production les plus élevés parmi les grands producteurs (10 000 £ quand les prix internationaux sont passés de 8 500 à 3 800 £ !)...

Au niveau du pays, cocaïne et contrebande assurent en économie souterraine la « relève » d'un pays minier peuplé de paysans ! Dans les familles urbaines, Joseph LAURE (1986) a montré les variations brutales du pouvoir d'achat alimentaire consécutives à ces variations imprévisibles avec disparition des calories « très bon marché » et des protéines « bon marché ».

Voir : FRANQUEVILLE (A.), LAURE (J.), 1986. — La situation alimentaire en Bolivie, in : *Supplément La Lettre de Solagral*, n° 13 : 5-10, LAURE (J.), 1986 — Variations des salaires et des prix des aliments à la Paz (1975-1984) *Études et thèses*, Paris, ORSTOM, 158 p.

8. La FAO dans son étude sur « la capacité potentielle de charge démographique des terres du monde en développement » (HIGGINS G. M., KASSAN A. H., NAIKEN L., 1984) notait le décalage entre fortes densités de population et régions les plus favorables sur le plan des ressources naturelles. Dans la région tropicale chaude et humide, on ne comptait que 0,31 h à l'ha alors que la capacité de charge s'élevait à 0,71 h !

9. Record mondial de la dépendance alimentaire (comme consommateur d'aide alimentaire), le Cap Vert survit grâce à l'émigration qui touche ½ de la population masculine. Érosion, cycles pluviométriques défavorables, topographie accidentée, ce petit pays cumule « à plaisir » toutes les contraintes et tourne le dos aux ressources de la mer.

10. « *Les migrations ne sont ni la cause, ni la conséquence de l'incapacité du système rural à satisfaire les besoins des habitants. L'émigration participe du système... L'altération du paysage et la désagrégation sociale (qui pousse à émigrer) se conjuguent. Et, si leurs efficacités respectives ne suivent pas toujours le même rythme simple, elles produisent ensemble des effets cumulatifs* » (p. 796).

11. Un point de vue différent s'exprime dans les travaux d'Ingrid PALMER (UNRISD).

12. Au Togo, la culture du coton n'aurait pas été une culture imposée comme ailleurs. Cette culture se serait facilement intégrée dans la rotation des cultures apportant même un plus selon l'auteur, à la culture vivrière grâce à l'arrière-effet de l'engrais-coton. Le problème des prix relatifs et des rendements semble sous-estimé et l'on manque d'une évaluation nutritionnelle pour étayer cette vision optimiste.

13. Il s'agit ici d'estimations de l'impact de ces nouvelles variétés génétiques mises au point par le CIMMYT (Centro internacional de Mejoramiento de maiz y Trigo) au Mexique pour le blé et par l'IRRI (International Rice Research Institute) aux Philippines pour le riz. 47 millions d'ha de blé (dont 5,2 pour la Chine et 13,2 pour l'Inde) et 70 millions d'ha de riz (dont 32 pour la Chine et 22 pour l'Inde) sont ainsi plantés en VHP. À noter que la Chine a mis au point *seule* ses propres variétés.

14. Dans les seuls pays de l'Afrique de l'ouest (CDEAO), 15 pays sur 16 doivent deux fois et plus leurs exportations annuelles et le service de la dette s'élevait en moyenne par habitant et par an à 12 900 Fcfa en 1985. On constatait ainsi en 1984 une inversion des flux de capitaux. Les transferts nets s'orientent désormais du sud vers le nord !

15. Voir les travaux du CETRAL (Centre de recherche sur l'Amérique latine et le Tiers-Monde).

16. La destabilisation du système de protection sociale français a remis en selle la gestion *caritative* des effets de la crise. Les « restaurants du cœur » ne sont-ils pas le pendant français des « food stamps » américains ?

17. Pour certains, fort nombreux, le marché (la main invisible) reste le seul régulateur qu'il faut rendre le plus transparent possible.

18. Ces travaux sont résumés dans le rapport de la Banque Mondiale (1986) sur le développement du monde dans son chapitre 6 : 123-148 de l'édition française. *On ne peut que regretter l'absence de travaux partant d'hypothèses différentes.*

19. Cette chercheuse de l'IFPRI défend l'idée selon laquelle une meilleure rémunération des producteurs ruraux aurait des effets négatifs sur les pauvres urbains et les ouvriers agricoles et peu d'effets positifs sur les revenus des petits producteurs ruraux (cas de la Thaïlande).

20. Voir les travaux d'E. BERG et notamment l'étude sur l'évolution de la politique céréalière dans les pays du Sahel.

21. Sans avancer de jugement de valeur, il est impressionnant venant d'Afrique francophone, de voir, lors d'une catastrophe comme celle de Bhopal en Inde, l'impact des médias sur un tel événement obligeant à l'action un gouvernement pris de court !

22. Voir sur ce sujet les travaux de J. EGG (INRA) et de J. P. MINVIELLE (ORSTOM) sur le Burkina Faso AMIRA, 1988.

23. Nous reprenons ici la distinction de M. VOVELLE, 1982 — *Idéologies et mentalités*, Paris, la Découverte : 5-16).

D'un côté, un discours formulé par les classes dirigeantes pour justifier certaines options, de l'autre « des médiations et un rapport dialectique entre les conditions objectives de la vie des hommes et la façon dont il se la racontent, et même dont ils la vivent » (p. 16).

24. Les dépenses alimentaires sont, presque toujours, relativement plus élevées chez les ménages à faible revenu que chez les autres, pouvant atteindre parfois 80 % des dépenses totales.

FAO, 1983 — *Review of Food Consumption Survey 1981*, Rome, 270 p.

25. La « recherche-développement » ne vise-t-elle pas l'émergence de cette catégorie de producteurs susceptible d'être sensibles aux innovations proposées par la « recherche » ? Si ces couches émergent en zone forestière (Côte d'Ivoire, Cameroun par exemple) sans intervention, qu'en est-il des régions sahéliennes ?

26. C'est le sens des propositions de J. GIRI émises au colloque patronné par C. MALHURET (Voir : le Sahel est-il condamné à la famine ? *in* S. BRUNEL, 1986, *op. cit.* p. 145). À rapprocher des discours agrariens de l'entre-deux-guerre en France tenus par des notables « indépendants et paysans ».





*Postface*



## Digressions sur le risque en forme de dialogue

*Le risque en agriculture : un sujet passionnant mais périlleux !*

*Il faut saluer ce travail dû à l'initiative de M. ELDIN et P. MILLEVILLE, et l'intérêt des études qu'ils ont réunies en quatre thèmes, chacun étant précédé d'une introduction en forme de synthèse. De tels ouvrages sont trop rares même si l'on peut regretter que les exemples soient essentiellement tropicaux.*

*Mais pourquoi une postface en forme de digressions ?*

*De très nombreux travaux ont été réalisés sur la décision et sur le risque en situation d'aléa et d'incertitude ; dans un premier temps ce sont des mathématiciens et des économistes qui se sont penchés sur ces questions. Il s'agissait de formaliser des procédures de décision et la recherche opérationnelle a largement contribué à leur développement. Mais relativement vite de nombreux problèmes se sont posés sur le plan théorique et d'autres disciplines sont intervenues dans le débat, en particulier les psychologues. On trouve ainsi d'intéressantes mises au point sur les hypothèses sous-jacentes aux divers modèles, le type d'acteur considéré, sa rationalité, les objectifs poursuivis (décrire, prédire, prescrire...)<sup>1</sup>.*

*Pourtant une certaine insatisfaction se dégage de la lecture de ces travaux face à notre attente pour comprendre les comportements des agriculteurs, leurs pratiques et donc pour pouvoir les conseiller, dégager des politiques de développement... On ressent un décalage entre ce que l'on observe, par exemple ce qui est rapporté dans cet ouvrage, et les outils théoriques qui sont proposés. Certains aspects du risque dont on pressent l'importance dans les pratiques des acteurs n'apparaissent guère ou ne sont développés que sur des exemples.*

*Je ne puis avoir l'ambition ici de tenter une présentation théorique et plus unitaire du risque en agriculture. Je prendrai donc le parti de « visiter » certains « points de vue » en acceptant délibérément que mes prospections apparaissent contradictoires et incomplètes ! On comprendra alors les raisons du choix de digressions. J'espère toutefois contribuer ainsi à l'élaboration d'une « grille d'analyse » sur le risque qu'il faudra bien produire, sans pour autant paraphraser l'ouvrage qui précède.*

DES ACTEURS ET DES SPECTATEURS. CAS DE L'AGRICULTEUR

A. — *“ Je me souviens d'un livre de TRINTIGNANT, pilote de course, dans lequel il raconte comment il gagna le Grand Prix de Monaco contre FANGIO. Celui-ci, « mordait », à chaque tour, sur le trottoir de l'un des nombreux virages de ce circuit. TRINTIGNANT, étonné d'un tel comportement (qui lui semblait très risqué) chez un pilote aussi chevronné, pensa qu'il n'avait qu'à attendre que la voiture de son adversaire, pourtant plus puissante, casse. Et il gagna !*

B. — *Je suis surpris du choix de ce souvenir à propos du risque en agriculture. Vous auriez pu évoquer votre vie sur la ferme familiale dans le Sud tunisien avec une pluviométrie annuelle de 200 mm, très irrégulière, et l'ensemble des moyens mis en œuvre pour y faire face : association agriculture-élevage, cultures annuelles-cultures pérennes, capture des eaux de ruissellement, travail du sol, mis en défens des pâturages et, enfin, irrigation.*

— *Oui, pourquoi la course automobile ? Peut-être parce que je ne suis pas sûr d'une spécificité de l'agriculture. Par ailleurs l'exemple est, somme toute et en apparence du moins, relativement simple, probablement évocateur pour chacun. Les débats sur les risques que prennent les pilotes de course et sur ceux qu'on leur impose sont fréquents dans tous les mass-médias. L'automobile fait aussi penser aux assurances et aux divers types de risques qui sont couverts : ceux que l'on fait courir aux autres en cas d'accident et ceux que l'on court soi-même. Elle permet enfin d'évoquer des attitudes psychologiques fréquentes — « les accidents ça n'arrive qu'aux autres » — ou encore des travaux qui montrent que l'on sous-estime les risques de mort en prenant soi-même le volant par rapport à ceux que l'on encourt en utilisant un autre mode de transport comme l'avion ou le train. Je me référerai donc à cet exemple à plusieurs reprises.*

*Mais quand même, ne trouvez-vous pas qu'il fallait « oser » entreprendre cet ouvrage ?*

— *« Oser », c'est la troisième des idées retenues par le dictionnaire « Petit Robert » pour définir le mot risque. Mais M. ELDIN et P. MILLEVILLE se sont-ils glissés dans le rôle de J. L. TRINTIGNANT ou, comme M. FANGIO, ont-ils pris trop de risques ?*

— *Ah ! Qui déclarera « la victoire », qui dira s'ils ont eu raison, et surtout quel en sera le critère ? C'est une des questions centrales de notre sujet. Dans le cas d'une course, le juge est connu et admis, le critère de réussite est d'arriver le premier, ce qui justifie a posteriori les risques pris par le vainqueur ! Mais, agriculteur sur mon exploitation, je suis à la fois juge (c'est moi qui fixe les règles d'évaluation de mes résultats) et partie (c'est moi qui « cours », qui supporte les résultats).*

— Cette dernière opinion est-elle exactement acceptable? L'agriculteur est-il seul à fixer les critères de jugement? N'est-il pas possible, et souhaitable, de trouver des critères « externes » pour évaluer les résultats de ses activités, par exemple l'évolution de son revenu ou sa contribution à la pollution des nappes par les nitrates?

— Je vous le concède : il y a deux jugements possibles. Mais il me semble important d'insister sur la différence de point de vue de ces deux jugements et donc sur l'impossibilité de négliger le premier, celui de l'acteur, comme cela est couramment pratiqué au nom d'une objectivité qui, là, devient douteuse. On doit s'interroger sur l'écart observé, in fine, entre le résultat et ce qui était visé car il commandera les comportements ultérieurs. Il faut donc toujours considérer les points de vue respectifs de l'acteur et du spectateur (celui qui est extérieur, qui porte un jugement statistique).

Reprenons l'exemple de la course automobile : FANGIO prend des risques que son expérience, incontestable, nous incite précisément — de l'extérieur — à penser « calculés ». TRINTIGNANT, qui a une voiture moins rapide, ne peut qu'attendre tout en espérant la panne chez son adversaire. Il s'agit donc d'une course de vitesse entre l'accumulation progressive de fatigue par la voiture la plus rapide vis-à-vis d'un seuil fatidique d'une part, et le parcours du cadran par l'aiguille de l'horloge d'autre part. Mais que sait-on au juste dans cette situation sur le risque encouru, si ce n'est le sens de variation des phénomènes : le temps s'écoule et la fatigue s'accumule?...

Quelles sont alors les positions des différents protagonistes face à ce risque? Le comportement de FANGIO peut être interprété comme découlant de la prévision : « ma voiture tiendra ». TRINTIGNANT, lui, qui nous relate lui-même ce qui se passe dans sa tête, parle que la voiture de son adversaire ne « tiendra » pas et a donc pour objectif d'être présent à l'arrivée immédiatement derrière le favori — il avait admis qu'il ne pouvait pas gagner contre cet adversaire et sur ce circuit. Son risque, si l'on peut dire, est de peut-être gagner la course! Quant aux spectateurs — les supporters, les journalistes, la foule — il ont tous le même favori : FANGIO, dont le risque est de perdre la course! Les positions des deux coureurs sont donc différentes parce que « tout le monde », acteurs comme observateurs extérieurs, a la même opinion en ce qui concerne le vainqueur! On regrette de ne pas savoir, dans ces conditions, pourquoi FANGIO « mordait » sur le trottoir.

Risque de gagner, risque de perdre : deux facettes qui ne sont qu'en apparence celles d'un même jeu! Ayant des véhicules de puissances différentes, les deux acteurs, qui sont pourtant dans la même course, ont des stratégies différentes. Adoptant simultanément plusieurs points de vue, celui d'acteurs et celui de spectateurs, on peut « interpréter » les comportements, faire des pronostics. Remarquons d'ailleurs que le public ne savait pas, durant la course, que FANGIO prenait des risques ; sa vision de la situation était tronquée.

— Mais nos réflexions sur le risque ne sont-elles pas, implicitement, trop liées à l'acte même de la décision ? Face à des événements tels que cyclone ou tremblement de terre nous observons le plus souvent que les habitants des régions concernées par ces phénomènes sont dans l'expectative. Pouvons-nous, pour autant, dire qu'il n'y a plus de risque ? Ils agiront, certes, mais uniquement lorsque la menace deviendra certaine et en prenant la fuite. Nous aurions ainsi des acteurs cherchant à réduire les effets d'événements probables, d'autres cherchant à s'y soustraire une fois leur occurrence devenue certaine (il n'y a plus de risque, ou plutôt il est déplacé : ils peuvent périr, s'ils n'ont pas le temps de s'enfuir), et enfin des spectateurs non impliqués qui décrivent !

Trois questions se posent alors :

1) Comment caractériser le milieu dans lequel nous nous trouvons, notre environnement, en estimant des probabilités d'occurrence d'événements ?

2) quelles solutions mettre en œuvre si ces événements se produisent ?

3) dans une situation donnée, devons-nous nous prémunir ? Comment en estimer l'intérêt ? Sommes-nous en mesure de le faire ?

— L'ordre des questions peut se discuter. Mais il est vrai qu'il y a ceux qui n'aborderont la troisième que si une réponse existe à la seconde et les autres qui procéderont dans l'ordre inverse. N'est-ce pas comme cela que l'on peut tenter d'expliquer que les agriculteurs et leurs conseillers utilisent si peu les études climatiques fréquentielles ? Faute de pouvoir changer le climat, ou faute de pouvoir déterminer à l'avance les jours calendaires où l'on peut travailler, et donc organiser en conséquence son travail, on n'aurait que faire de ces études ? L'agriculteur est souvent en situation d'attente du cyclone."

#### L'AMBIVALENCE DU MOT RISQUE ET LE POIDS DE NOS « VALORISATIONS »

B. — Nos propos n'évoquent le risque qu'en termes négatifs ! Or n'êtes-vous pas frappé par la profonde ambivalence du mot risque ? Le dictionnaire déjà cité nous renvoie : à danger, hasard, péril, assurance pour le nom ainsi qu'à aventurer, s'assurer mais aussi oser, entreprendre, pour le verbe. De leur côté les proverbes nous disent : « Qui ne risque rien n'a rien » mais « L'excès en tout est un défaut »...

Mais on pourrait voir également, dans cette ambivalence, l'expression d'une appréciation sociale s'appliquant à tout décideur. Il y aurait un « bon » niveau de risque auquel il faudrait se situer ! En allant plus loin, ne découvrirait-on pas l'idée d'un jugement moral encouru par tout acteur potentiel ?

Ne néglige-t-on pas trop le poids de ces représentations sociales sur les acteurs, leurs influences sur la manière dont, acteur ou spectateur, on se situe par rapport au

risque ? A titre d'exemple, le législateur n'a pas hésité à introduire dans le statut du fermage français l'expression de la vie courante : « gérer en bon père de famille » !

Par ailleurs le risque ne semble pas peser de la même manière selon qu'il s'agit de dépasser ou de ne pas atteindre l'objectif visé. Par exemple en matière d'apport d'intrants les agriculteurs préfèrent, le plus souvent, mettre plus que moins, ne voulant pas (s'ils en ont les moyens) risquer d'avoir limité leurs rendements face aux potentialités de l'année.

On rejoint par là vos travaux avec G. LEFORT<sup>2</sup> dans lesquels vous recherchez une meilleure prise en compte des risques climatiques dans la détermination du système de production optimal pour une exploitation agricole. Plutôt que de fixer a priori (comme cela se faisait couramment) un seuil pour l'utilisation des jours de travaux disponibles qui permette la réalisation du calendrier cultural quasiment tous les ans vous avez proposé une programmation linéaire en aléatoire. Elle fournit un système de production certain et des règles d'action pour les années dont les conditions climatiques ne permettent pas la réalisation complète de certains blocs de travaux du système certain. Vous avez donc considéré également le risque de perdre par non réalisation des travaux et celui de ne pas valoriser des ressources en jours disponibles les années où les conditions climatiques sont très favorables. Vous avez d'ailleurs insisté, depuis, sur la nécessité de considérer, dans l'analyse du fonctionnement des exploitations agricoles, les atouts aussi bien que les contraintes.

A. — Oui quand nous employons le mot « risque », qu'y mettons-nous au juste ? Quelles sont nos propres « valorisations » (au sens de Bachelard) ? Nous pensons-nous acteur ou spectateur (et alors peut-être juge) ? Ces valorisations sont en permanence au travail et cette prégnance de la connotation négative est étonnante. Comment oublions-nous, par exemple, notre pratique du calcul statistique qui nous incite, en permanence, à tenir compte de risques de première et de deuxième espèces.

#### L'ANALYSE DU PASSÉ PEUT-ELLE SERVIR À PRÉDIRE LE FUTUR ?

B. — Ne faudrait-il pas évoquer les nombreuses études consacrées à la notion de probabilité, en particulier sur son caractère objectif ou subjectif ?

A. — Oui, oui. Mais est-ce bien le problème principal ? Certes en énonçant trois questions il y a un instant, je distinguais en apparence une connaissance objective de l'environnement — celle d'un observateur extérieur qui serait capable d'affecter une probabilité objective à la réalisation d'un ensemble d'événements —, d'une appréciation subjective de cet environnement — celle de l'acteur qui les ayant placés sur une échelle de préférence juge les effets de l'occurrence de ces divers événements pour prendre ses décisions. Mais qu'est-ce qu'une connais-



sance objective de son environnement ? Regardez les exemples qui sont donnés : des hauteurs de pluie, des prix, en définitive quelques variables faciles à quantifier. Est-ce cela la représentation que l'acteur se fait de son environnement, ce qui conditionne ses actions et ses réactions ?

— En semblant rejeter ainsi une certaine formulation mathématique des problèmes, ne craignez-vous point de perdre le bénéfice d'une analyse plus fine qui permettrait de préciser les étapes du processus décisionnel de l'acteur est de définir sa rationalité ?

N'est-ce pas ce type de démarche qui a permis l'introduction dans certains modèles décisionnels sophistiqués d'hypothèses d'évolution de l'environnement dans le futur, par exemple en ce qui concerne les prix ?

— Ces tentatives me paraissent certes très intéressantes. Mais je ne puis souscrire à l'idée qu'aujourd'hui c'est à travers des réflexions opposant subjectif à objectif que l'on progressera. Le jeu de l'objectif et du subjectif n'est-il pas avant tout le résultat de la coupure qu'introduisent dans le processus décisionnel ces deux étapes-clés que sont d'une part l'évaluation d'un risque (le jugement affecté à une probabilité d'occurrence d'un événement) et d'autre part la prise de décision. Le passage de la première à la seconde étape suppose de préjuger du futur, par essence incertain<sup>3</sup>.

Mais il est vrai que, bien souvent, le futur nous paraît de même nature que le passé et nous semble le prolonger ; c'est ce qui nous amène à penser qu'il est possible de cerner ses états probables en utilisant les lois que nous dégageons de l'analyse du passé.

Remarquez que considérer plusieurs hypothèses d'évolution de l'environnement ne prémunit, au mieux, que vis-à-vis d'erreurs d'estimation des paramètres nécessaires aux calculs. Mais les « fourchettes » de valeurs ne remettent pas en cause l'essence même des phénomènes que l'on suppose à l'œuvre, ni leur combinaison : le futur est toujours, plus ou moins l'aujourd'hui !

— Je vous accorde que la difficulté est bien réelle. Ainsi n'affirmait-on pas que le climat ne varie pas à une échelle de temps humaine, qu'il faut donc plusieurs décennies d'observations pour établir des « normales » et effectuer des calculs fréquentiels ? Or on évoque aujourd'hui, à la suite d'une diminution assez systématique des pluies depuis près de 15 ans, la possibilité d'un changement climatique dans le Sahel au sud du Sahara !

— Vous voyez bien que parler du risque est difficile, que cela postule, résolue, toute une série de problèmes ! Pour des caractéristiques aussi simples que celles du climat on ne sait plus sur quelles bases prévoir, quelle période du passé utiliser comme référence.

— À ce propos je voudrais souligner quelques difficultés dans la connaissance du passé qui concernent notre débat sans m'attarder sur les cas où l'information manque tout simplement. En effet de quels événements veut-on

*étudier les occurrences : une chute de pluie, un état des prix ou leurs conséquences respectives sur le comportement du sol, sur celui des agriculteurs ? Qu'observe-t-on, qu'enregistre-t-on en réalité pour décrire le passé ?*

*L'observateur intervient ici de manière prépondérante. Pour dégager des lois, il doit mettre en évidence des régularités et donc répondre à la question suivante : « ai-je le droit de considérer comme des répétitions d'un même phénomène les faits successifs que j'observe ? » Ou, si l'on songe à une action ultérieure : « ces faits ont-ils la même cause ? ». Le plus souvent la réponse ne pourra qu'être négative car l'observation porte sur des systèmes complexes et l'observateur n'a pas les moyens de démêler les jeux des interactions en œuvre, n'a pas enregistré les états initiaux du système. C'est ce qui rend si difficile l'accumulation d'une expérience valide par les acteurs et quasiment impossible (hormis dans des conditions voisines de celles de la recherche, et encore seulement pour quelques domaines disciplinaires) le test de cette expérience puisque les conditions de son utilisation ultérieures seront presque certainement différentes.*

*Mais, a contrario, c'est ce qui permet de conserver des représentations erronées sous le prétexte qu'elles sont le fruit de l'expérience !*

*— Je suis très sensible à ces effets pervers du réalisme en y ajoutant une raison supplémentaire : ils permettent, trop souvent, d'é luder toute interrogation sur la manière dont on prétend rendre compte des comportements des acteurs. Plus grave encore, ils masquent les conséquences de la vision personnelle du chercheur ou du donneur de conseils en les prétendants externes et objectifs. Les travaux sur la rationalité des acteurs dans l'analyse de la prise de décision illustrent bien ce problème. Il a fallu beaucoup de temps pour aller des méthodes d'optimisation aux méthodes multicritères, ... pour que les théoriciens acceptent le réel<sup>4</sup> !*

*— Sous-jacentes à toutes les questions évoquées jusqu'ici ne retrouve-t-on pas celles des objectifs concernés par l'estimation des risques, et de la période du futur prise en compte ?*

*— Il faudrait pouvoir démêler l'écheveau de la prévision mécaniste et de la caractérisation probabiliste qui s'enchaînent intimement :*

*- parce que le passé a été construit au jour le jour et qu'il doit être écoulé pour donner lieu à des calculs probabilistes,*

*- parce qu'à chaque instant on pense simultanément à aujourd'hui, à demain et à après-demain !*

*Ainsi, pour moi, toute probabilité que l'on fait intervenir dans un processus décisionnel a, en dernier ressort et par nécessité, un caractère subjectif."*

DE LA NÉCESSAIRE PRISE EN COMPTE DES OBJECTIFS ET DE L'ORGANISATION DU TRAVAIL DANS L'ANALYSE DU RISQUE

B. — « Est-il vrai que l'on pense simultanément sur plusieurs échelles de temps ? »

A. — Cela demanderait à être mieux établi mais divers travaux suggèrent une certaine généralité de ce point de vue. Ce n'est pas pour nous surprendre, car l'agriculteur à ce statut particulier d'agir en permanence à plusieurs niveaux d'organisation de son système producteur et donc de ne pouvoir séparer, dans ses processus cognitifs, ses décisions tactiques de ses décisions stratégiques. C'est un peu pour cela que je ne suis pas sûr que les méthodes multicritères soient suffisantes pour résoudre les problèmes de l'agriculteur. Sa situation est différente de ce qui se produit dans une grande organisation où la liaison entre acteurs des divers niveaux décisionnels est appréhendée essentiellement par les responsables qui utilisent ces méthodes, sans réelle interaction, sans apprentissage. Par ailleurs SCHÄRLING, déjà cité, remarque que les cas d'application réelle sont rares et il se demande si la raison n'en est pas qu'il faut un accord participatif du décideur ce qui suppose qu'il accepte la méthode, et « donc qu'il en comprenne au moins l'essentiel. Or la complexité est telle... », complexité qui me semble encore plus grande ici. En fin de compte l'agriculteur est en permanence et FANGIO et toute l'entreprise de construction automobile pour laquelle il court !

— Vous réintroduisez donc, au moins partiellement, une certaine spécificité de l'agriculture ! Il est vrai que j'ai toujours été frappé du fait que les travaux sur la décision dans le risque concernent, le plus souvent, soit des organisations de grande taille, soit des acteurs a-historiques et n'intervenant que sur un type de niveau décisionnel, tactique ou stratégique. Je remarque aussi qu'il serait nécessaire de se pencher sur la distinction entre tactique et stratégie. À force de la considérer comme classique, on oublie qu'une réalité il y a un « continuum » de niveau de décisions avec néanmoins, très probablement, des ensembles de décisions, partiellement isolables, dans lesquels se feraient des régulations « locales », ce qui implique tout un ensemble de boucles de rétroaction.

La crainte de n'être pas objectif, au sens traditionnel, a conduit (conduit encore) à ne pas s'interroger sur les objectifs des acteurs et à vouloir des démarches quantitatives, avec emploi de modèles mathématiques. Il a fallu du temps pour que leurs hypothèses sous-jacentes multiples soient confrontées aux résultats obtenus dans d'autres disciplines : psychologie, intelligence artificielle... Dans notre domaine c'est la « découverte » de la diversité des agriculteurs, souvent consécutive à l'échec des modèles de développement uniformes et statiques, qui a, entre autres, permis l'émergence de nouvelles approches.

— Je voudrais insister sur les dimensions stratégiques et tactiques des risques et sur notre propension, malgré les apparences me semble-t-il, à estimer de manière chiffrée principalement des risques de niveau stratégique (l'emploi des méthodes de programmation linéaire y est-il pour quelque chose ?). Je prendrai l'exemple du climat. Lorsque l'on introduit des probabilités basées sur son étude fréquentielle, c'est une approche stratégique. Quand on se demande quel sera le climat de la semaine prochaine pour organiser le travail sur son exploitation, c'est une question tactique. Or, tant que l'on n'a pas tenu compte des conséquences de cette organisation du travail au quotidien dans la manière d'estimer les jours de travail disponibles à travers les données climatiques, on instaure une coupure radicale entre les deux préoccupations. Ce faisant, on contredit ce que révèle l'analyse des prises de décision des agriculteurs qui ne décident de nouveaux équipements qu'à la suite d'une accumulation d'insatisfactions dans le quotidien. De même le climat statistique n'est donné qu'a posteriori, lorsque les enchaînements quotidiens des événements l'ont produit.

— Il est vrai que trop de travaux sur ces questions semblent négliger le fait que la réalité a déjà une organisation qui s'impose, qu'il y a un état initial. Les décideurs devraient s'interroger sur le risque qu'ils prennent de ne pas cerner correctement cet état et les méthodes d'aide à la décision devraient comporter de manière plus développée des simulations concernant les répercussions d'erreurs sur les valeurs qu'on lui affecte, qu'il s'agisse des acteurs eux-mêmes ou de leur environnement. Il y a là un problème de fond pour les modèles de simulation (on rejoint la question des analyses de sensibilité) ”.

#### DU FONCTIONNEMENT HOMÉOSTATIQUE DES EXPLOITATIONS AGRICOLES

A. — “ L'agriculteur gère un système finalisé, disons nous fréquemment, et l'on distingue différents niveaux d'objectifs. Il me semble essentiel de dégager les compartiments et les relations du système où il identifie des risques et de déterminer la façon dont il les considère, positivement ou négativement (question de l'ambivalence, du poids accordé aux effets par rapport à l'atteinte des objectifs).

Ainsi, tactiquement, l'agriculteur de la Mare d'Oursi, dans le nord de Burkina Faso<sup>5</sup> sème du mil sur une pluie précoce dès qu'il l'estime suffisante pour assurer la germination-levée, même s'il court le risque d'une sécheresse consécutive qui annihilera sa culture. En effet, cela ne lui coûte guère ni en temps ni en semence, et il peut s'assurer, stratégiquement (à l'échelle de l'année), une meilleure soudure alimentaire en fin de saison des pluies parce qu'à un semis précoce correspond, en fréquence, un rendement supérieur. La régulation de la surface semée dans ces conditions se fait par la vitesse de dessiccation de

*l'horizon de sol mouillé par la pluie face à la vitesse de semis : on exploite tant qu'on peut une situation ! Plus tard c'est la même attitude qui le conduira à semer une grande surface, le plus souvent supérieure à celle qu'il pourra entretenir, surface dont il ne connaît pas la taille précise lors du semis. En effet, celle-ci résultera de la confrontation entre les forces de travail disponibles pour les sarclages et la vitesse de croissance des mauvaises herbes, qui, comme la date des sarclages, est tributaire du climat.*

*De même, il y a à peine une trentaine d'années, l'éleveur français de bovins laitiers s'efforçait d'avoir toujours deux années de stock de join dans ses granges. De cette manière, il savait qu'il supprimait les conséquences les plus fâcheuses des aléas climatiques sur l'alimentation de son troupeau et qu'ainsi, une régulation entre ses surfaces fourragères et la taille de son troupeau pouvait s'établir.*

*B. — Selon vous, donc, chaque agriculteur organiserait, « trufferait » ainsi, son système de toute une série de processus visant à supprimer (tout au moins réduire) ou bien exploiter différents risques ?*

*— C'est ce que je crois. Le concept qui conviendrait serait celui d'« homéostasie » comme pour un être vivant. L'agriculteur organise des régulations de toutes sortes, par exemple sur le plan physique (rôle des stocks...), sur le plan du travail (échanges internes à la famille, relations avec le voisinage...), sur le plan monétaire (rôle de l'élevage — capital facilement transformable et d'utilisation souple surtout s'il s'agit de petit bétail, rôle des relations familiales...). Il organise une double complexité : celle des écosystèmes qu'il pilote (et qui leur est plus ou moins intrinsèque) et celle qu'il a créée sur le plan socio-économique à travers ses stratégies économiques et sociales (politiques matrimoniale, patrimoniale,...). Cette double complexité se traduit, entre autres, par l'association quasiment insécable de l'outil de « production » et de la famille, tout au moins dans de nombreuses situations agricoles. Cette « homéostasie » est commandée et organisée par les objectifs de la famille, eux-mêmes complexes, contradictoires, mais dont l'explication est nécessaire pour « interpréter » les comportements. Sa connaissance, jointe à celle des objectifs, constitue le seul moyen de différencier une politique familiale visant à s'assurer contre des risques (idée de solidarité) d'une autre politique familiale visant une diversification économique et la capture de nouveaux débouchés, ce qui suppose une prise de risque.*

*— Je suis d'accord avec vous, si l'on précise fortement que ces objectifs<sup>6</sup> dépendent de l'histoire de chaque groupe familial ainsi que de l'environnement socio-économico-politique et de son évolution. Cet examen « homéostatique » (qui constitue une partie de l'analyse de ce que vous appelez le fonctionnement des exploitations agricoles<sup>7</sup>) permet alors, par exemple, de comprendre les évolutions différentes des systèmes associant agriculture-élevage, entre les régions du semi-aride supérieur tunisien*

et celle du semi-aride inférieur (plus sec) tunisien ou égyptien. Dans le premier cas les ovins sont conservés car ils constituent le volant de sécurité que l'on reconstitue après chaque sécheresse nécessitant d'y puiser, dans le second on a réalisé ce capital pour se lancer dans les cultures arbustives et annuelles."

#### NÉCESSITÉ D'UN MODÈLE GÉNÉRAL DE CONDUITE POUR RENDRE COMPTE DU COMPORTEMENT DES ACTEURS

B. — " Cette conception systémique rend inadéquate l'approche habituelle de la rationalité. Les méthodes multicritères elles-mêmes butent sur l'agrégation des multiples objectifs poursuivis par l'acteur, dont le caractère souvent contradictoire est d'autant plus fort que l'on veut traiter les différents objectifs avec un même degré de prégnance à chaque instant, ce qui semble très discutable.

A. — Notre acteur doit être abordé dans son histoire, comme quelqu'un qui, à travers son expérience personnelle (quelle qu'en soit la valeur comme outil de connaissance de son environnement), à travers les représentations sociales dans lesquelles il baigne (et qu'il contribue à forger) utilise au maximum chaque situation pour atteindre une série d'objectifs auxquels il confère des priorités, selon une échelle de préférences qui varie dans le temps et selon les circonstances. Par exemple quand il a le temps, parce qu'on est tôt dans la saison, de bien faire un semis, il accorde une grande attention aux conditions de travail du sol ; plus tard il acceptera de mettre en terre des graines dans des conditions beaucoup moins favorables. D'une certaine manière l'agriculteur est en perpétuel apprentissage.

— Vous élargissez ici, me semble-t-il, les travaux menés dans votre équipe sur le concept de modèle général de conduite<sup>8</sup>. L'idée serait qu'à travers un va-et-vient constant entre des représentations d'origines individuelle, familiale et sociale s'élabore un modèle des conduites à adopter qui comprenne les objectifs retenus, leur hiérarchie, un programme d'actions et un ensemble de règles pour les réaliser. Ces règles sont élaborées, par tâtonnements, de manière à ce que l'agriculteur tire ce qu'il pense être le meilleur profit de la situation (satisfaction de ce qui lui apparaît désirable), c'est-à-dire compte tenu des risques tels qu'il a pu les appréhender dans les années passées. L'agriculteur a, de cette manière, construit un réseau de régulations, de processus anti-risques. Mais il s'agit bien d'un apprentissage puisque le contexte étant toujours en évolution, l'agriculteur n'a aucune garantie de trouver dans son expérience des éléments lui permettant d'agir aujourd'hui. Par ailleurs il a tendance à valoriser son expérience récente : il choisit dans son passé les périodes les plus proches ou celles qui l'ont particulièrement marqué : « l'année de la plus grande sécheresse » par exemple (Cf. SCHACKLE, 1967) !

— Ah! « *L'Année de la Grande Sécheresse* » de Rachel de QUEIROS, quel livre poignant (Stock, 1986). Comme on y voit bien la différenciation des risques entre les habitants du Sertão brésilien selon leur situation initiale et l'impossibilité pour les plus pauvres de se prémunir. Ceux-là ne peuvent alors (sauf à quitter le pays) qu'attendre, subir et mourir ou essayer de s'enfuir jusqu'au retour des pluies. Pardonnez cet intermède, mais vous savez combien je pense qu'une fréquentation plus explicite de la littérature nous serait utile, écho de mon souhait d'un intérêt plus fort pour les représentations socio-culturelles dans l'analyse des décisions et du risque. »

#### DES EFFETS PERVERS D'UNE ANALYSE TROP CENTRÉE SUR LE SYSTÈME

A. — “ Pour gérer les risques les acteurs mettent donc en jeu des régulations. Mais comme leurs systèmes sont ouverts ces régulations sont-elles suffisantes ? Prenons un nouvel exemple. Parce que l'azote est le principal facteur limitant du rendement du blé en Europe, les agriculteurs avaient tendance à toujours en apporter plus que nécessaire, courant par là, le risque tangible de la verse et donc d'une diminution de rendement. Cette verse jouait un rôle de régulation. L'introduction des régulateurs de croissance (substances anti-verse) a rendu ce risque négligeable la plupart du temps. Comme le coût de ces substances et de l'azote était faible en regard du prix de vente du blé, une grande partie de la régulation « spontanée » a disparu. Et l'on a pu constater un accroissement déraisonnable des doses d'engrais, avec pour conséquence une participation à la pollution des nappes aquifères par les nitrates. Aujourd'hui les agriculteurs sont menacés d'une réglementation impérative et d'application aveugle !

Un autre exemple nous sera utile. Dans les steppes d'Afrique du Nord, le maintien des pâturages résultait traditionnellement de la régulation des effectifs du cheptel qu'entraînaient les hécatombes consécutives aux sécheresses. Lorsque les aménagements de points d'eau, une meilleure protection sanitaire, la fourniture de fourrages d'appoint en période de sécheresse... ont été mis en œuvre, on a supprimé la régulation et, aussi sûrement, contribué à la dégradation des pâturages faute d'avoir été capable d'instaurer une régulation d'un autre type. Ajoutons d'ailleurs que, cruellement pour les chercheurs qui voulaient trouver des méthodes de gestion plus rationnelles, déterminer des potentialités fourragères et des niveaux de charges optimales face aux aléas climatiques, les dynamiques agraires ont entraîné la défriche des steppes par les nomades en vue, entre autres, d'une appropriation ! La possession individuelle de la terre était plus immédiatement urgente qu'un meilleur usage collectif qui ne semblait pas assurer, aux yeux des acteurs, leur reproduction socio-économique (la mise en culture ne l'assurera pas, non plus, à terme) !

Voilà deux exemples typiques des effets pervers d'une prise en compte insuffisante de la complexité du système sur lequel on agit et d'une approche trop individuelle de la décision, trop centré sur ce système et négligeant ses relations avec son propre environnement. Insistons à nouveau sur les échelles de temps : il n'y a régulation dans de nombreux cas que lorsque des rétroactions deviennent tangibles. Les exemples montrent aussi que l'origine des régulations n'est pas forcément internes au système : c'est le lieu où la rétroaction devient perceptible en premier qui commandera ; il en est de même des risques. Il faudrait ainsi évoquer les mesures anti-risques pour l'agriculteur que constitue l'organisation des marchés permettant par exemple de garantir des prix minimaux. Plus le système que gère l'agriculteur est ouvert, plus les régulations s'imposent de « loin » si l'on peut dire, et plus la lutte contre les risques se transforme. Le contrôle de la production céréalière en Europe et dans le monde en est un bon exemple.

B. — Pour gérer des risques dans des systèmes complexes, il faut donc :

- soit se trouver dans une situation stable permettant l'émergence d'une expérience valide,
- soit disposer d'un corps de connaissance très important et suffisamment modélisé pour pouvoir opérer des simulations anticipant sur le futur, interne et externe à l'exploitation. Mais, comme celui-ci est incertain, ces simulations n'éviteront pas une conduite du système constamment réajustée.

#### LES RISQUES : UNE QUESTION DE RELATIONS À L'ENVIRONNEMENT

A. — “ L'étude des risques consisterait, pour en revenir directement à notre propos, à exprimer le plus complètement possible la façon dont un acteur perçoit ses relations avec son environnement<sup>9</sup>, et ceci quelles que soient ses propres représentations et leurs causes. Le risque, produit d'un jeu d'inter-relations, serait essentiellement subjectif même si les moyens mis en œuvre pour l'accepter et le valoriser, ou le refuser et le réduire, sont eux objectivables, au sens d'observables.

B. — Donc vous admettriez finalement que pour qu'il y ait risque, un (ou des) acteur(s) doit(vent) être concerné(s) ?

— Oui, mais à condition que l'on puisse raisonner aussi par rapport à des acteurs potentiels. J'entends, par là, qu'à partir du moment où l'on suppose la présence d'êtres vivants, ayant pour finalité minimale la reproduction de l'espèce, on peut parler de risque. Il y a risque s'il y a objectifs et si leur atteinte peut être remise en cause du fait des relations entretenues avec l'environnement au



*sens large (physique comme économique, social et politique). C'est bien à cette condition que cela a un sens de parler de risques de pollution ou d'érosion, de vouloir prévenir ces événements par des mesures adéquates. C'est bien aussi ce qui permet d'expliquer que, progressivement ou subitement, des phénomènes émergent comme risques dans la conscience individuelle ou collective.*

— *Ainsi pour définir certains risques il est nécessaire de considérer qu'un jour on soit susceptible de devenir concerné ? C'est en cela que l'on serait acteur potentiel ?*

— *Oui le risque résulte, alors, de la possibilité d'un changement de l'environnement, ou de notre relation à lui, qui rende inadéquates les stratégies et les tactiques mises en œuvre pour atteindre nos objectifs. C'est comme cela que l'on doit, face à des investissements « lourds » nécessitant un amortissement sur une longue période, considérer que l'on court le risque d'un changement des conditions économiques.*

*Il est de même temps d'évoquer l'idée de rétro-action des effets possibles de nos décisions sur notre environnement. Mais l'acteur n'en tiendra compte que si la vitesse de manifestation de ces rétro-actions est suffisante au regard des horizons qu'il se fixe, ou bien, s'il accorde une crédibilité suffisante à leur manifestation, que s'il ne suppose pas l'apparition plus rapide d'un remède. D'ailleurs la recherche de solution débute, parfois, par anticipation de risques auxquels on accorde une très forte probabilité d'apparition. C'est même une des fonctions de la recherche d'anticiper sur les besoins.*

— *Peut-être faut-il redire un mot de l'art du chef d'entreprise qui doit « deviner » (on est en univers incertain) ce qui va devenir une demande du marché, demande qu'il aura, d'ailleurs, pu contribuer à créer ! Le risque porte sur le comportement inconnu des autres acteurs économiques qui peuvent changer les états de l'environnement qui avait justifié les décisions. La plus grande rapidité actuelle de diffusion des informations sur l'état des marchés... pose dans des termes nouveaux l'analyse des risques en agriculture, déplace les lieux où des mesures anti-risque doivent être prises. Mais, et on l'oublie peut-être trop, pour l'agriculteur et sa famille la reproductibilité de l'exploitation reste bien l'enjeu majeur et ces conditions nouvelles d'insertion dans le tissu socio-économique impose une gestion dans laquelle les risques, et donc les décisions, doivent être réexaminés en permanence. Aux risques d'autrefois, dominés par l'aléa climatique, s'ajoutent, voire les masquent, ceux du marché et des exigences sociales, dominés par l'incertitude.*

#### PERCEPTION, CONSTRUCTION DE LA RÉALITÉ

B. — *“ Mais ne sommes-nous pas ramenés à notre point de départ ? Nous constatons, en effet, que du fait :*

*- de la complexité du système que gère l'agriculteur (en particulier parce que dans de nombreuses situations,*

les éléments de sa prise de décision englobent les membres de sa famille entre lesquels existent des relations extrêmement compliquées qui jouent directement dans les décisions à prendre, puisqu'il en résulte une division des fonctions et une répartition des pouvoirs),

- de l'incertitude « croissante » (si j'ose dire) sur l'avenir,

la mise en évidence des objectifs est difficile. C'est une différence fondamentale avec la course entre FANGIO et TRINTIGNANT. Comment opérer puisque telle est bien la question en dernier ressort ?

A. — Tout le problème est de savoir ce que vous poursuivez lorsque vous travaillez sur cette question du risque : comprendre les comportements, conseiller ou prétendre que les acteurs ont tel type de rationalité !

Si l'on est dans le domaine de l'aide à la décision, par exemple, il ne s'agit pas de prouver quoique ce soit mais « d'aider des responsables à clarifier leurs propres sentiments devant plusieurs possibilités » (SCHÄRLIG, op. cit.). Et nous rajoutons que ces possibilités, l'acteur non seulement ne les connaît pas toutes mais qu'il doit les inventer, en partie en réaction à nos questions et à nos propositions concernant d'autres relations entre lui et son environnement. On peut oser affirmer qu'il faut l'aider à savoir ce qu'il dit du risque !

Mais ces dernières réflexions conduisent à remarquer que les objectifs seront d'autant « plus flous » que l'échéance retenue sera lointaine et que le programme du modèle général de conduite déjà évoqué est en perpétuelle évolution. Du fait de l'incertitude qui pèse sur l'avenir, les stratégies ne pourront être formulées en terme de programme mais devront l'être en termes d'aspirations, d'intentions ou de refus, termes qui, s'ils ne changent pas, « baliseront » le champ des choix possibles dans chaque « nouvel avenir », imprévisible aujourd'hui.

— La perception de la réalité pose beaucoup de problèmes. Si je comprends bien, vous ne rejetez pas les approches constructivistes, comme celles rapportées dans « L'Invention de la Réalité »<sup>10</sup>, qui n'admettent pas l'idée d'une réalité réelle que certaines théories, idéologies ou convictions personnelles reflèteraient plus justement que d'autres. « Notre environnement, tel que nous le percevons, est notre invention... ». De même dans vos travaux vous faites appel à l'idée d'action virtuelle définie par COURBON<sup>11</sup> comme étant l'action du décideur sur ses représentations.

— Eh ! oui. Vous voyez bien que poser la question du risque en terme de relations entre un (des) acteur(s) et son (leur) environnement est « lourd » de conséquences sur les problématiques d'étude. La construction des articulations entre niveaux stratégique et tactique, entre court et moyen termes, est, entre autres, au cœur du débat sur le risque. TRINTIGNANT a eu raison d'attendre mais... on construit des véhicules toujours plus puissants et peut-être aujourd'hui perdrait-il la course !"

## IRRÉVERSIBILITÉ

A. — *“ Dans les relations de l'acteur avec son environnement y a-t-il des conséquences irréversibles ? Voici deux exemples. Le premier concerne une attitude fréquente face aux espèces en voie de disparition. Si elles n'apparaissent pas directement utiles on ne s'intéresse pas à leur devenir, le risque n'existe alors que pour celui qui considère leur présence comme nécessaire, au nom de préoccupations écologiques, d'options philosophiques... ; les conséquences ne sont irréversibles que pour ce dernier. A contrario, c'est l'apparition de souches de champignons parasites résistantes aux produits phytosanitaires qui a rendu possible dans la vulgarisation les messages insistant sur l'urgence d'une lutte plus raisonnée ! Le risque d'une impossibilité de contrôle de ces parasites concernait chacun, une solidarité de fait pouvait se développer. L'irréversibilité, au moins momentanée, s'est imposée. La prise en compte des risques d'ordre écologique, toujours de dimension collective, pose le redoutable problème d'ordre méthodologique de savoir comment relier les différents niveaux de prise de décision du système « Monde » !<sup>12</sup>.*

B. — *Malgré tout vous avez peu utilisé le mot d'irréversibilité et cela m'étonne ?*

— *Pour être franc le rôle de Cassandre ne m'attire pas et trop souvent les prévisions alarmantes ne me semblent pas reposer sur des connaissances suffisamment convaincantes. Regardez les discours sur la dégradation de la fertilité : que d'idéologie<sup>13</sup> ! Mais ceci ne veut pas dire que ces préoccupations d'ordre écologique doivent être rejetées, tant s'en faut !*

*Peut-être aussi qu'en dehors des situations très fragiles, où les phénomènes sont clairement interprétables, je ne ressens pas l'irréversibilité sur le terrain en tant que telle mais plutôt à travers l'écoulement du temps ou l'augmentation éventuelle des coûts ou ses dimensions « sociologiques ». Peut-être aussi suis-je trop implicitement convaincu que les hommes finissent toujours par mettre en place des régulations. Ne commence-t-on pas à prendre des mesures pour sauvegarder notre couche d'ozone en haute atmosphère. Qui aurait cru cela possible il y a cinq ans ? Pendant le même temps combien de savoir-faire auront disparu !*

— *Pourtant, pourtant... Mais peut-être la littérature de science-fiction n'est-elle pas de celles que vous appelez de tous vos vœux ! Je pense à tous les romans consacrés aux catastrophes que notre gestion actuelle ferait courir à notre environnement naturel, voire à l'avenir même de notre espèce<sup>14</sup>. Il est vrai qu'irréversibilité renvoie à reproductibilité ce qui suppose de définir de quoi il s'agit : reproductibilité d'une exploitation donnée ou de l'activité agricole, par exemple.*

*L'appréciation de ce type de risques, si l'on se base sur l'histoire agricole de nombreux pays depuis la*

seconde guerre mondiale, apparaît a posteriori délicate. « L'histoire est ambiguë » nous disent P. DOCKÈS et B. ROSIER<sup>15</sup>.

— Vous voyez bien qu'il ne fallait oser que des digressions et par là revendiquer le droit à l'erreur, celui d'être incomplet tout en osant cheminer lentement sur quelques aspects d'un univers qui reste à construire ! L'approche du risque sera toujours nouvelle puisqu'elle résulte de notre présence et de nos activités futures, comme de la présence des autres et de leurs propres activités. Il y faudra d'autres livres mais celui-ci aura apporté sa contribution. ”

#### UNE GRILLE D'ANALYSE DU RISQUE EN AGRICULTURE... EST-CE BIEN RAISONNABLE ?

B. — “ De ce dialogue, de ces digressions, qui soulignent la nécessité de beaucoup de nuances, que peut-on retenir pour l'élaboration d'une grille d'analyse du risque en agriculture ? Puisqu'il le faut risquons une première synthèse. L'analyse devrait retenir, me semble-t-il, les points suivants :

\* Quels sont les systèmes considérés : système de production, système famille-exploitation... ?

\* Quels sont leurs degrés d'ouverture sur leur environnement et comment se manifestent les échanges avec cet environnement ? De manière plus générale comment fonctionnent-ils ? Quels sont les risques de rétro-actions ?

\* Quels sont les objectifs poursuivis ? De quels acteurs parle-t-on : actifs, passifs, potentiels ou de quel point de vue regarde-t-on ? De quelles représentations et de quelles nécessités ces objectifs sont-ils le fruit ?

\* Comment se définissent les risques par rapport à ces objectifs, positivement ou négativement, et à quels niveaux du système considéré se placent-ils ?

\* Ces systèmes comportent-ils des sous-systèmes sans échange direct avec l'environnement et, alors, comment les risques y sont-ils perçus et combattus (ici le risque ne peut être perçu que de manière négative ! ) ?

\* Dans les parties « ouvertes » quels sont les processus anti-risques : création de « relations positives » (capture de l'information...), ou recherche de suppression de « relations négatives » (assurance, solidarité, annihilation du risque par transformation du système...) avec l'environnement ?

\* Quel est le coût de ces moyens et leur fiabilité ?

\* Comment les acteurs ont-ils évolué, au cours de leur histoire, quant à leur vision du risque ? Pourquoi ? Comment peut-on penser que ces visions du risque ont été intégrées dans les décisions ?

\* Comment a évolué la vision que les acteurs ont du monde et leurs manières de penser leurs relations à lui ?

Mais une grille unique est-elle possible ? Il faudrait, maintenant, examiner plus avant les fondements épistémologiques et philosophiques implicites à ces digressions qui, par exemple, ne semblent pas remettre en cause la possibilité d'une décision ni le rôle des représentations<sup>16</sup>. Si nous ne décidions jamais les risques encourus ne dépendraient que des seules variations de l'environnement ! Sur le plan philosophique, il y aurait aussi beaucoup à dire<sup>17</sup>. C'est un domaine que l'on néglige par trop dans nos champs disciplinaires habituels. Et nous retombons à nouveau sur la question fondamentale : « Pourquoi nous intéressons-nous au risque ? ».

Paris, le 25 février 1989

Michel SEBILLOTTE  
Professeur d'Agronomie  
INA-PG, 16, rue Claude Bernard  
70005 Paris

#### NOTES

1. SCHOEMAKER Paul (J. H.), 1982. — The Expected Utility Model : Its Variants, Purposes, Evidence and Limitations. *Journ. of Econom. Literat.*, vol. XX : 529-563.
2. LEFORT (G.), SEBILLOTTE (M.), 1964. — Construction d'un programme linéaire pour l'étude du meilleur système de production d'une exploitation agricole et de son adaptation aux aléas climatiques. *Acad. Agric. de Fr.* : 932-945.
3. CAZÈS (E.), 1986. — Histoire des futurs. Seghers, Paris, 475 p.
4. SCHÄRLIG (A.), 1985. — Décider sur plusieurs critères, Panorama de l'aide à la décision multicritères. Presses Polyt. Rom., Lausanne, 304 p.
5. MILLEVILLE (P.), 1980. — Étude d'un système de production agropastoral sahélien de Haute-Volta, le système de culture. *Doc. multigr.*, ORSTOM, Paris, 66 p.
6. SHACKLE (G. L. S.), 1967. — Décision, Déterminisme et Temps. Dunod, Paris, 266 p.
7. SEBILLOTTE (M.), 1979. — Analyse du fonctionnement des exploitations agricoles. Trajectoire d'évolution, typologie. In « Éléments pour une problématique de recherche sur les systèmes agraires et le développement. C. R. Assemblée Const. départ. SAD, INRA, Paris : 20-30.
8. CERF (M.), SEBILLOTTE (M.), 1988. — Le concept de modèle général et la prise de décision dans la conduite d'une culture. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, 74, 4 : 71-80.
9. DURU (M.), PAPY (F.), SOLER (L. G.), 1988. — Le concept de modèle général et l'analyse du fonctionnement de l'exploitation agricole. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, 74, 4 : 81-93.
10. SEBILLOTTE (M.), SOLER (L. G.), 1988. — Le concept de modèle général et la compréhension du comportement de l'agriculteur. *C. R. Acad. Agric. Fr.*, 74, 4 : 59-70.
11. Cf. les contributions très intéressantes de la dernière parution du « Journal of Post Keynesian Economics », FALL 1988, vol. XI, 1, sur les fondements épistémologiques de l'analyse économique ; en particulier LAWSON T. « Probability and uncertainty in economic analysis » : 38-65, « La probabilité (serait pour KEYNES) une caractéristique de la manière dont nous pensons le monde » et CARDIM DE CARVALHO (F. J.), « Keynes on probability, uncertainty and decision making » : 67-81.
12. Dirigé par P. WATZLAWICK, 1988, Le Seuil, Paris.
13. COURBON (J. C.), 1982. — Processus de décision et aide à la décision. *Économ. et Soc.*, Série Sci. de Gestion, 3, tome XVI, 12 : 1456-1476.
14. O. FAVEREAU aborde quelques uns de ses problèmes dans « Analyse coût-avantage des conséquences irréversibles des décisions d'investissement public ». CRES-Université de Paris X-Nanterre, 1977, 116 p.
15. Cf. Fertilité et Systèmes de production, 1989. — Dir. M. SEBILLOTTE. Coll. ECAR, INRA, Paris.
16. Par exemple, BRUNNER (J.), 1975. — Le troupeau aveugle. Laffont, Paris, pour la traduction française.
17. DOCKÈS (P.), ROSIER (B.), 1988. — L'Histoire Ambigüe. Croissance et développement en question. PUF, Paris.

16. Cf. WINOGRAD (T), FLORÈS (F.), 1989. — L'intelligence artificielle en question. PUF, Paris, avec une préface stimulante de L. SFEZ dont on pourrait citer les propres ouvrages mais il faudrait, alors, donner la parole aux tenants des positions opposées et surtout mettre beaucoup de nuances !

17. Cf. GARGANI (A. G.), 1988. — L'étonnement et le hasard. Chemin de Ronde, Édition de l'éclat, Marseille. On y trouve « La décision se donne dans une auto-organisation qui lui est propre (...) — Les représentations sont elles aussi *décidées* (...) — Nous appelons souvent faux tout ce que nous ne voulons plus (...un tel terme est, alors,) le signal au moyen duquel les hommes annoncent une nouvelle décision à laquelle ils tendent ou qu'ils entreprennent d'assumer ».

ACHEVÉ D'IMPRIMER  
EN OCTOBRE 1989  
PAR L'IMPRIMERIE F. PAILLART  
ABBEVILLE

*N° d'impression 7214*  
*Dépôt légal : 4<sup>e</sup> trimestre 1989*  
*Imprimé en France.*

*La nouvelle collection à travers champs, publiée par les Éditions de l'ORSTOM, témoigne des mutations que connaissent aujourd'hui les sociétés rurales et les systèmes agraires des pays tropicaux.*

*Les études relèvent souvent des sciences sociales mais les pratiques paysannes sont également éclairées par des approches agronomiques.*

*Les publications s'organisent autour d'un thème ou s'appliquent à des espaces ruraux, choisis pour leur caractère exemplaire.*

Le Directeur de la Collection  
J. BOUTRAIS

**Le risque en agriculture...** un titre ambitieux pour un sujet complexe, mais un thème de réflexion à coup sûr essentiel. Agriculteurs, responsables du développement, chercheurs,... ne peuvent que se sentir concernés dans la mesure où les choix et les décisions en agriculture s'expriment dans un environnement où l'aléa et l'incertitude se manifestent de façon permanente et sous les formes les plus variées.

Une cinquantaine d'auteurs relevant des sciences de la terre, des sciences biologiques et des sciences humaines, livrent leurs réflexions sur le risque en agriculture. Le lecteur est invité à parcourir un vaste champ thématique que la notion de diversité marque profondément : multiplicité des sources du risque, diversité des réponses et réponses par la diversité, pluralité des points de vue et des exemples retenus empruntés pour la plupart au monde tropical.

Quatre thèmes principaux structurent l'ouvrage :

- *Caractérisation des risques* : principes méthodologiques pour l'analyse du risque et la prise de décision, spécificité des risques liés à la manifestation de phénomènes particuliers.
- *Risque et pratiques paysannes* : perception du risque par les acteurs, réponses tactiques et stratégiques, poids de l'environnement dans la modulation des effets du risque, incidence sur le fonctionnement et l'évolution des systèmes agraires.
- *Risque et changements techniques* : transformations induites dans les systèmes agricoles et les conditions de milieu. Le changement technique considéré comme réponse au risque ou comme source de nouveaux risques. Contribution à la problématique de l'intensification et du transfert de technologie en agriculture.
- *Contexte macro-économique et politique du risque* : manifestations du risque à des niveaux qui échappent en général au pouvoir des agriculteurs mais qui conditionnent largement l'activité agricole.

ISBN 2-7099-0960-X  
ISSN 0998-4658

ORSTOM, 213, rue La Fayette, 75480 Paris cedex 10  
Éditions, diffusion : 70-74, rte d'Aulnay, 93143 Bondy cedex

250 F