

Hubert Cochet, Olivier Ducourtieux et Nadège Garambois (dir.)

Systèmes agraires et changement climatique au Sud Les chemins de l'adaptation

Éditions Quæ

Chapitre 2 - Agriculture pluviale et petite irrigation : plateaux d'Afrique orientale et australe

Hubert Cochet, Louis Thomazo, Esther Laske et Niel Verhoog

Éditeur : Éditions Quæ
Lieu d'édition : Éditions Quæ
Année d'édition : 2019
Date de mise en ligne : 30 janvier 2020
Collection : Update Sciences & Technologie
ISBN électronique : Update Sciences & Technologie



<http://books.openedition.org>

Édition imprimée

Date de publication : 1 mars 2019

Référence électronique

COCHET, Hubert ; et al. *Chapitre 2 - Agriculture pluviale et petite irrigation : plateaux d'Afrique orientale et australe* In : *Systèmes agraires et changement climatique au Sud : Les chemins de l'adaptation* [en ligne]. Versailles : Éditions Quæ, 2019 (généré le 31 janvier 2020). Disponible sur Internet : <<http://books.openedition.org/quæ/21132>>.

Chapitre 2

Agriculture pluviale et petite irrigation : plateaux d'Afrique orientale et australe

HUBERT COCHET, LOUIS THOMAZO, ESTHER LASKE
ET NIEL VERHOOG

Trois sites représentatifs de trois régions d'agriculture essentiellement pluviale, mais où la petite irrigation s'avère aussi essentielle, ont été étudiés dans le cadre de cet ouvrage. Deux d'entre eux sont situés en Zambie : le site de Katongo Kapala dans le district de Mpika (1 500 m d'altitude) et celui de Miloso dans le district de Mkushi (1 400 m)¹. Le troisième site est localisé non loin d'Iringa, sur les hauts plateaux du Sud tanzanien (à 1 800 m d'altitude, figure 2.1).

Dans ces trois régions, la principale culture vivrière et de rente, le maïs, y souffre du raccourcissement de la saison des pluies. Elle est de plus en plus perçue comme une culture «à risque». Les cultures de contre-saison y sont aussi largement pratiquées dans les bas-fonds sur la base de l'humidité résiduelle, dans de petits périmètres irrigués aménagés par les agriculteurs en contrebas des sources ou en détournant les cours d'eau à l'aide de petits barrages élévateurs et de canaux d'amenée.

L'étude détaillée de ces trois régions permet donc d'aborder la question de la vulnérabilité de l'agriculture pluviale de cette partie du monde. Elle permet également d'étudier l'irrigation à petite échelle comme voie possible pour développer cette agriculture, la rendre moins sujette aux aléas tout en anticipant l'éventuelle péjoration climatique annoncée sur le long terme.

1. Les sites de Mpika et Miloso ont été identifiés grâce à l'expertise et aux contacts de Clémentine Rémy, consultante travaillant pour le compte de Sofreco dans le cadre du projet IDSP (*Irrigation development support project*).

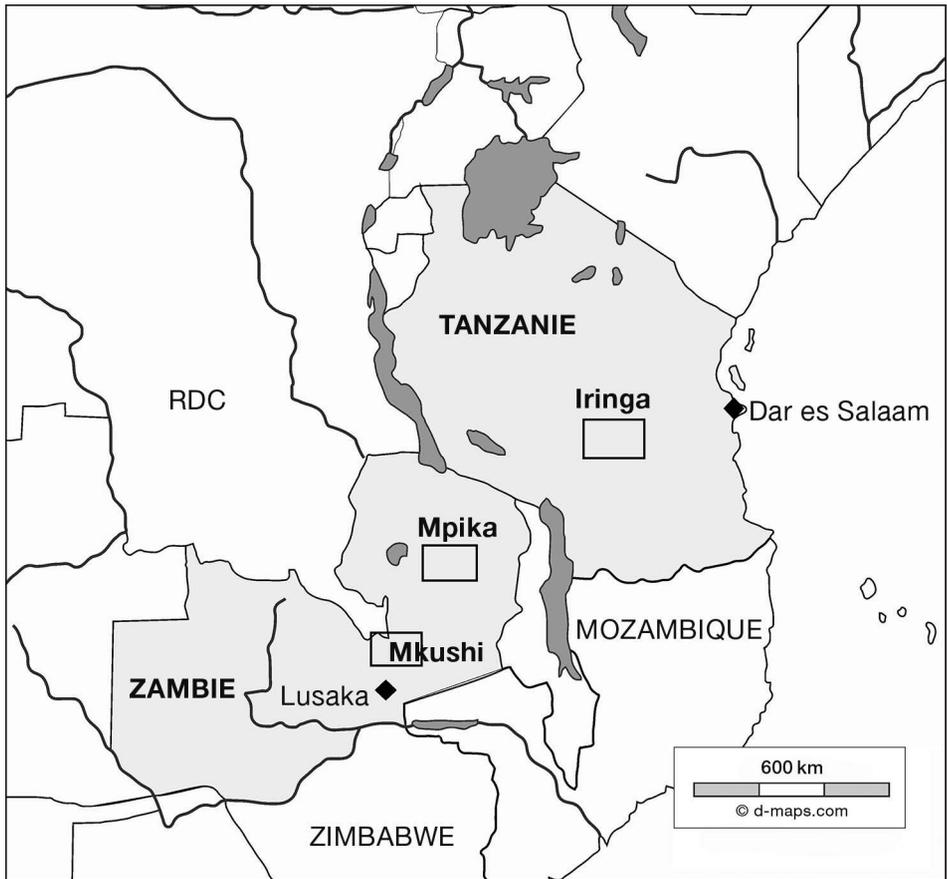


Figure 2.1. Localisation des trois régions étudiées, sur les hauts plateaux tanzaniens et zambiens.

►► Changement climatique, l'agriculture pluviale menacée ?

Une saison pluvieuse courte, mais relativement généreuse

Sur les hauts plateaux du Nord-Zambie, la saison des pluies est relativement généreuse (900 à 1100 mm de pluie), mais elle ne dure que 4 à 5 mois. Les pluies démarrent normalement courant novembre; s'intensifient de décembre jusqu'en mars (150 à 200 mm/mois) pour s'interrompre assez brutalement dès les premiers jours d'avril. Les régions de Mkushi et Mpika, dont il sera question dans ce chapitre, ne font donc pas partie de celles qui sont habituellement citées en Zambie comme les plus vulnérables en termes d'exposition aux risques de sécheresse ou d'inondation. Ici, c'est la variabilité interannuelle des pluies qui est très marquée et clairement mentionnée par les producteurs comme principal aléa. À Iringa en Tanzanie, la saison des pluies dure un peu plus longtemps : de mi-novembre à mi-avril. Mais les volumes moyens des précipitations sont bien inférieurs, plutôt de l'ordre de 600-700 mm (figure 2.2).

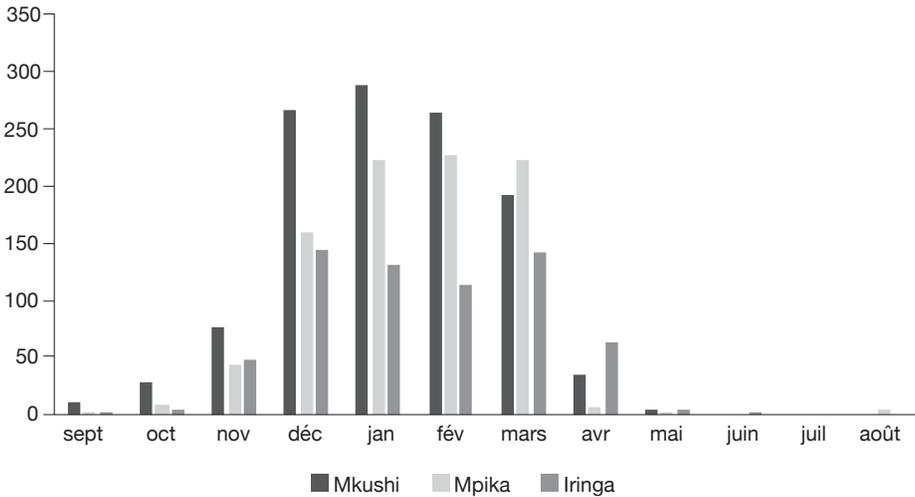


Figure 2.2. Répartition des pluies (en mm) dans les régions de Mkushi et Mpika dans le Nord de la Zambie, et Iringa sur les hauts plateaux du sud-ouest tanzanien.

Ces données ont été compilées à partir des moyennes relevées à la station de Mkushi de 2000 à 2010 (Laske, 2014), à la station météorologique de Mpika de 1993 à 2012 (Thomazo, 2014) et à la station météorologique d'Iringa de 2000 à 2014 (Verhoog, 2015).

Les prévisions du Giec pour l'Afrique australe et orientale

À l'échelle régionale

En matière d'évolution des températures, Niang *et al.* (2014) ne laissent guère de doute sur leur augmentation probable dans le cinquième rapport du Giec, suivant en cela les tendances observées durant les dernières décennies (IPCC, 2014 et 1206).

Concernant l'évolution possible des précipitations, les prévisions sont incertaines et ne permettent pas d'affirmer une tendance très claire. Les baisses de précipitations sont très probables en Afrique australe (comme en Afrique du Nord), de même que les hausses de précipitations envisagées pour certaines régions d'Afrique du Centre et de l'Est (IPCC, 2014, p. 1210). La situation des régions comprises entre la moitié sud de l'Afrique australe et l'Afrique des Grands lacs est beaucoup moins claire; les prévisions diffèrent d'un modèle à l'autre. D'importants changements pourraient survenir sur la répartition saisonnière des pluies, ces dernières pouvant tomber avec davantage d'intensité à certaines périodes du cycle pluvial (IPCC, 2014; p. 1209-1210). En revanche, tous les modèles semblent converger en ce qui concerne l'accroissement probable de la fréquence et de l'intensité des épisodes extrêmes.

En Zambie

La littérature concernant plus spécifiquement la Zambie a évolué ces dernières années, au fur et à mesure de l'évolution des modèles et des résultats avancés par les experts du Giec. Il y a quelques années, on prévoyait conjointement la hausse des températures et la baisse des précipitations dans l'ensemble du pays (Mulenga

Bwalya, 2010, p. 6). Les dernières études semblent être plus précises et nuancées. Le consensus se renforce concernant l'accroissement des températures, les modèles ne différant que sur l'ampleur des évolutions attendues (Kanyanga *et al.*, 2013).

En revanche, les quatre modèles de circulation générale (GCM) proposés en matière d'évolution des précipitations livrent des résultats différents, avec notamment un accroissement des précipitations dans certaines régions (Kanyanga *et al.*, 2013). Les prévisions concernant l'augmentation des épisodes extrêmes restent convergentes dans tous les modèles cités (Mulenga Bwalya, 2010, p. 6).

Au sud de la Tanzanie

Bien que le sud de la Tanzanie fasse partie des régions pour lesquelles une hausse des précipitations est considérée comme probable, les modèles sont aussi loin d'être convergents sur l'ampleur des évolutions attendues (Kilembe *et al.*, 2013). Ainsi, en dépit du fait que tous les modèles suggèrent une augmentation des pluies dans la moitié sud du pays, nous verrons que l'évolution récente des précipitations dans les régions étudiées dans le cadre de ce programme de recherche ne le suggère pas forcément. Par ailleurs, le sud de la Tanzanie est bien l'une des régions qui seraient concernées par un accroissement de la fréquence et de l'intensité des épisodes extrêmes, notamment des fortes pluies. Tous les modèles semblent converger sur ce point.

À propos des prévisions sur l'évolution des rendements du maïs

Le maïs est la principale céréale cultivée en Zambie et en Tanzanie. En considérant la place considérable du maïs dans la consommation des ménages², les travaux conduits par l'Institut international de recherche sur les politiques alimentaires (Ifpri) sur l'adaptation au changement climatique accordent une place de choix aux modèles de prévision de l'évolution des rendements du maïs. En se basant sur les prévisions d'accroissement des températures et des précipitations dans cette région du monde (*supra*), Kanyanga *et al.*, (2013) envisagent une amélioration des conditions de production du maïs pluvial en Zambie, et donc un accroissement des rendements, notamment dans les régions où sont situés les deux territoires étudiés dans ce chapitre (Mpika et Mkushi). En ce qui concerne les hauts plateaux d'Iringa, au sud-ouest de la Tanzanie, les arguments avancés par les experts de l'Ifpri vont dans le même sens : un accroissement probable des rendements. Cependant, un modèle sur quatre conduit à une conclusion diamétralement opposée (Kilembe *et al.*, 2013, p. 332). Devant de telles divergences entre les modèles, les auteurs concluent, prudents que :

« Les résultats suggèrent qu'il serait utile de préparer un certain nombre de réponses différentes parmi lesquelles les agriculteurs pourraient choisir le cas échéant. Il est également utile de noter que même s'il peut y avoir des conséquences négatives du changement climatique dans certains endroits, il peut y avoir des résultats positifs dans d'autres endroits [...] » (Kilembe *et al.*, 2013, p. 332).

2. La consommation de maïs blanc représente 28% des apports énergétiques de la ration en Afrique de l'Est et australe. Cette proportion atteint 50% en Zambie et au Malawi. Elle est de 25% en Tanzanie, en hausse dans ce dernier pays (Douillet, 2013).

Dans la mesure où les politiques publiques mises en place au nom de l'adaptation dans ces deux pays réservent une large place au maïs et à l'élaboration de paquets techniques destinés à en accroître le rendement, une telle prudence par rapport aux résultats de ce type de modèles semble de mise³. En effet, ces modèles sont souvent invoqués comme caution scientifique par les responsables politiques. Pourtant, les modèles proposés vont parfois beaucoup plus loin. Par exemple, quand le lien est établi entre le changement climatique et l'évolution des rendements, on cherche à en déduire l'évolution future des prix des denrées en question, puis à modéliser l'impact de ces évolutions sur la pauvreté des ménages. Un lien direct est ainsi établi entre changement climatique et pauvreté, lien présenté comme évident et direct, alors qu'un grand nombre de facteurs jouent aussi un rôle dans cette relation complexe (Leichenko et Silva, 2014 ; IPCC, 2014).

L'un de ces modèles concerne justement la Tanzanie (Ahmed *et al.*, 2011). L'objectif annoncé est d'examiner le lien entre le changement climatique, l'évolution du rendement du maïs et la pauvreté par une approche quantitative et modélisatrice, en s'appuyant à la fois sur les tendances passées et les tendances à venir sur un pas de temps de 60 ans (1971-2031). La démonstration repose simultanément sur l'utilisation des différents modèles climatiques disponibles et sur le modèle économique d'équilibre général. Pour les auteurs, la conclusion est limpide : c'est le changement climatique qui, par la baisse des rendements des céréales, explique la pauvreté. Seules les politiques visant à accroître les rendements du maïs — au travers notamment des paquets techniques dont il sera question dans la suite — et dans un contexte de libre concurrence, sont susceptibles de permettre une vertueuse « adaptation » au changement climatique. Nous reviendrons sur ce type de raisonnement en fin d'ouvrage (chapitre 8).

Quel changement climatique à l'échelle locale ?

La région de Mpika, sur les hauts plateaux zambiens

Dans le cas de la région de Mpika (*Northern province*), Louis Thomazo (2014) a analysé les données recueillies à la station météorologique de Mpika. Il a ensuite tenté d'en dégager des tendances locales en matière de changement climatique sur les 20 dernières années. En ce qui concerne l'évolution des précipitations, l'impression qui ressort de la lecture de la figure 2.3 est bien la forte variabilité interannuelle. Par ailleurs, le calcul d'une régression linéaire pour cette courbe donne une droite de pente positive (pente de 7,4 mm/an) indiquant une tendance légère à la hausse des précipitations au cours des 20 dernières années⁴.

Par ailleurs, l'étude de la courbe représentant pour chaque année depuis 10 ans de la quantité de pluie tombée le jour le plus pluvieux (figure 2.4) accreditte la thèse d'une hausse nette de l'intensité des événements violents, bien que le recul nécessaire à l'interprétation du phénomène soit encore insuffisant.

3. Dans le dernier rapport du Giec, les experts insistent eux-mêmes, après l'exposé des méthodes et modèles utilisés, sur la prudence à avoir sur les projections.

4. Très proche de zéro ($r^2 = 0,08$), le coefficient de régression relativise ce résultat en marquant très nettement la supériorité de l'effet de l'aléa au cours de ces 20 années sur une tendance quelconque à la hausse ou à la baisse.

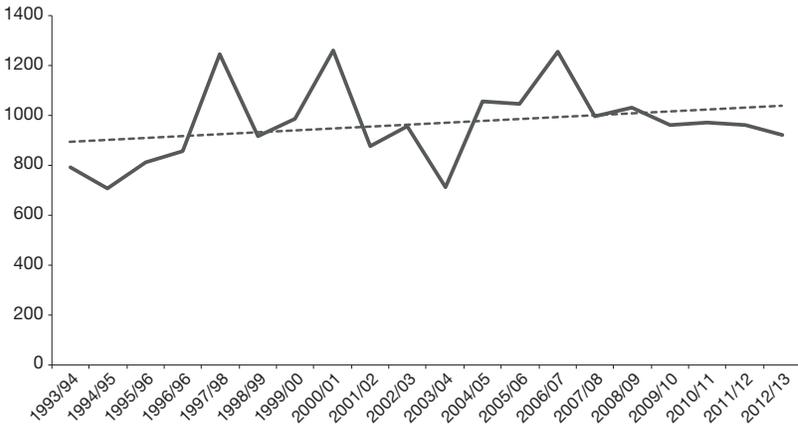


Figure 2.3. Évolution des précipitations annuelles (en mm) à Mpika de 1993 à 2012 (Thomazo, 2014).

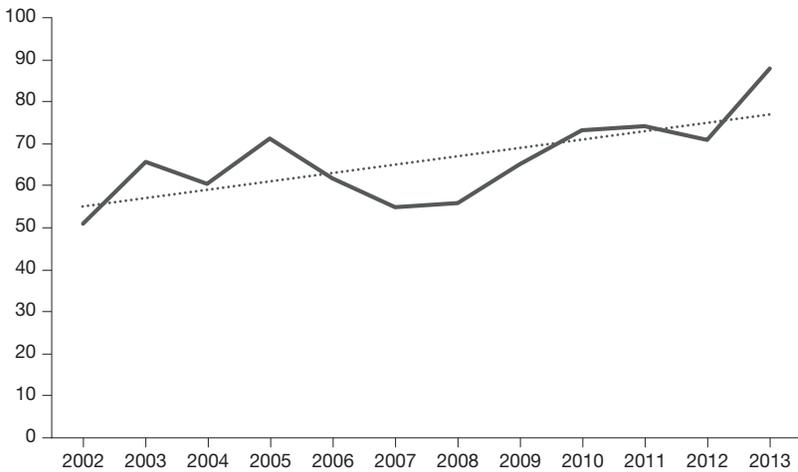


Figure 2.4. Évolution du volume des précipitations (en mm) tombées le jour le plus pluvieux de l'année à Mpika de 2002 à 2013 d'après données collectées à la station météorologique de Mpika (Thomazo, 2014).

Concernant les températures, les données collectées à la station météorologique de Mpika permettent de reconstituer l'évolution des températures mois par mois depuis 20 ans. Aucune tendance à la hausse ou à la baisse n'est manifeste quant à la température moyenne annuelle (Thomazo, 2014). L'analyse des données mensuelles révèle que, parmi les quatre mois les plus chauds de l'année, trois d'entre eux (juillet, septembre et octobre) voient leur température augmenter ces vingt dernières années. La relative stabilité des températures moyennes dissimulerait alors une tendance au refroidissement des mois froids et au réchauffement des mois chauds. Par ailleurs, sachant que la température se rafraîchit toujours en fin de saison sèche grâce à l'arrivée des nuages annonçant les premières pluies, l'augmentation perceptible de température en octobre pourrait indiquer un recul de la

date d'arrivée des nuages et donc un retard des premières pluies de la saison. Cette tendance est encore non décelable sur les courbes pluviométriques, mais les agriculteurs l'évoquent fréquemment (Thomazo, 2014).

Le constat le plus évident reste l'impact fort des aléas climatiques (volume des précipitations annuelles variant entre 700 et 1250 mm, date variable d'arrivée des premières pluies) sur les pratiques agricoles. Les nombreux entretiens que nous avons réalisés auprès des agriculteurs de cette région le confirment : le caractère aléatoire du climat constitue un frein au développement, bien plus important — plus durement ressenti — que celui entraîné par les bouleversements climatiques à longs termes. À ceci près que ce caractère aléatoire, déjà constaté de longue date, a de fortes chances de s'accroître dans le futur, de même que l'intensité des événements violents déjà constatée.

À Iringa sur les hauts plateaux du sud de la Tanzanie

Les données disponibles à la station météorologique d'Iringa permettent de comparer le volume annuel des pluies sur la période 1972-2014 (figure 2.5). On ne peut en déduire aucune évolution très marquée, si ce n'est une baisse dans les années 2000 dont la tendance semble s'inverser au début de la décennie suivante.

L'irrégularité des pluies est, ici encore, un fait marquant. Pourtant, il ressort, des entretiens réalisés auprès des agriculteurs les plus âgés, que c'est le raccourcissement de la saison des pluies qui semble avoir été le changement le plus marquant. «Autrefois», disent-ils, les pluies commençaient un peu plus tôt qu'aujourd'hui et se terminaient en juin. La saison des pluies se prolongeait ainsi de presque deux mois (mai et juin) au regard de la situation actuelle. Le maïs pouvait être semé de janvier à mars pour être récolté d'août à septembre, la saison culturale était nettement plus longue. Il est à noter que ce changement aurait eu lieu dès le début des années 1970, même si la période qui suit redevient plus favorable. Il n'est pas perçu

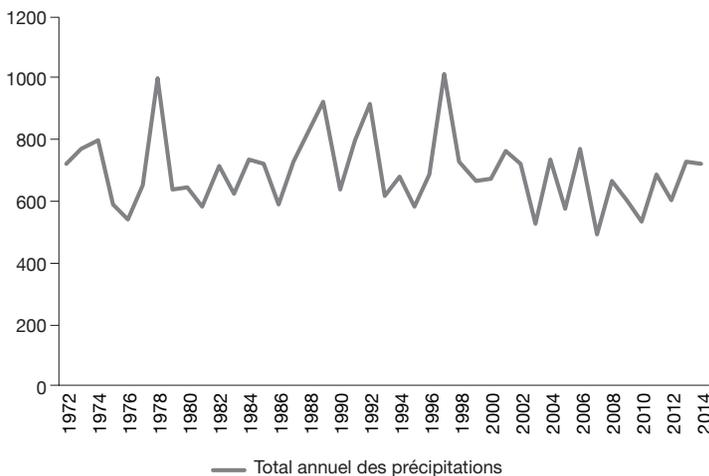


Figure 2.5. Évolution du volume (en mm) des pluies à Iringa de 1972 à 2014 d'après les données recueillies à la station météorologique d'Iringa (Verhoog, 2015).

par les agriculteurs comme un phénomène récent. Nous verrons que l'interruption plus précoce des pluies renforce considérablement l'intérêt pour les espaces où il est possible de faire deux cycles par an : les bas-fonds et les petits périmètres irrigués.

En Tanzanie, le fait que la période de péjoration climatique (raccourcissement de la saison des pluies) du début des années 1970 corresponde à la période de la politique de Villagisation, porteuse de perturbations majeures, complique bien sûr l'analyse. Dans la mémoire des personnes qui ont vécu cette période, les effets délétères de la péjoration climatique d'une part, du déplacement forcé de l'habitat d'autre part, se conjuguent pour accroître les difficultés des agriculteurs. Dans ce cas, il est bien difficile de faire la part des choses entre les effets du changement climatique d'une part et l'effet des politiques publiques d'autre part. C'est une des difficultés majeures qui surviennent lorsque l'on parle de changement climatique.

► Changements et vulnérabilité, les leçons de l'histoire

L'enfermement historique de l'agriculture zambienne dans la monoculture de maïs

Le maïs représente environ la moitié des disponibilités alimentaires de la Zambie qui, avec le Malawi, constitue l'un des deux pays où le maïs occupe la plus grande place dans l'alimentation des populations, devant le Zimbabwe (40 % environ) et l'Afrique du Sud (Douillet, 2013). L'importance du maïs dans les paysages agraires de la Zambie, dans l'alimentation des populations et dans la politique agricole et alimentaire du pays a cristallisé une grande partie des attentions portées au secteur agricole : subvention d'un paquet technique semences améliorées et engrais, constitution de stocks stratégiques et contrôle des exportations. En fait, le caractère dominant de cette culture et la prépondérance d'un mode de culture privilégiant la culture pure et la monoculture sont le fruit de près d'un siècle de développement agricole presque exclusivement consacré à la promotion de ce modèle technique. Il n'est pas douteux que la fragilité de l'agriculture pluviale zambienne et sa vulnérabilité, tant aux aléas climatiques qu'à d'éventuels changements climatiques sur le long terme, soient en partie le résultat de ces choix.

La diffusion de la culture du maïs sur une grande partie du continent africain constitue un exemple saisissant des transformations anciennes et profondes de l'agriculture africaine. Cependant, la diffusion de cette innovation d'un bout à l'autre du continent a emprunté des chemins différents et aboutit aujourd'hui à des situations contrastées.

L'irruption des plantes d'origine américaine (maïs et haricot *Phaseolus*) dans les systèmes agraires africains commence à la fin xvi^e siècle lorsque les premières graines en provenance du Nouveau Monde sont semées sur les côtes du Golfe de Guinée et de l'Angola. Seulement deux siècles plus tard, ces plantes sont connues, adoptées et parfois massivement utilisées dans certaines régions, comme dans les collines des Royaumes du Burundi et du Rwanda. Dans ces pays, l'intégration de ces nouvelles cultures dans le calendrier de travail des agriculteurs a contribué à l'émergence d'un nouveau système agraire deux fois plus productif que le précédent, au terme d'une révolution agricole sans précédent (Cochet, 2001). Cette révolution

agricole est, en tous points, différente de la révolution verte qu'ont connue certains pays du Sud dans la deuxième moitié du xx^e siècle. En effet, ce nouveau matériel végétal est venu enrichir la panoplie des agriculteurs et a permis de :

- augmenter l'agrobiodiversité ;
- généraliser la pratique de la culture associée ;
- multiplier les cycles de culture sur la même parcelle ;
- favoriser le remplissage progressif du calendrier de travail des agriculteurs ;
- accroître de façon décisive la productivité du travail : la quantité de nourriture produite par actif est doublée ;
- réduire sensiblement les risques encourus en permettant la multiplication et l'échelonnement des récoltes (Cochet, 2001).

Mais la place prépondérante occupée aujourd'hui par le maïs en Afrique australe en général, et en Zambie en particulier, n'est pas due à ce long processus historique d'adoption du nouveau matériel végétal en provenance du Nouveau Monde. Elle est surtout le fait des politiques agricoles qui, dans ces pays, ont fait de cette culture le pilier du développement agricole promu. Ce soutien public massif ne commence pas avec le gouvernement indépendant de Kenneth Kaunda comme on l'entend parfois. Il constitue déjà un élément central de la politique des gouvernements Blancs des périodes précédentes. Le maïs était déjà présent dans l'agriculture « indigène » en culture associée, au sein d'associations culturales complexes combinant le plus souvent céréales, légumineuses, plantes à racines et tubercules⁵. Cependant, la culture pure du maïs est intensément promue par les autorités de la Rhodésie du Sud, puis par celles de l'éphémère Fédération de la Rhodésie et du Nyassaland (1954-1963)⁶ au profit exclusif des colons blancs. Tandis que les efforts de sélection génétique, conduits notamment à la station de recherche de Salisbury, travaillent à la satisfaction des besoins des agriculteurs d'origine européenne, l'agriculture « africaine » est du ressort du ministère des Affaires indigènes (*Department of native affairs*) (McCann, 2005). Sa mission n'est pas de comprendre les pratiques des agriculteurs, mais de les changer au plus vite. C'est pourquoi les recherches en génétique sont réalisées sans prendre en compte les variétés de maïs qui avaient été adoptées, puis sélectionnées par plusieurs générations d'agriculteurs noirs en fonction de leurs besoins et des écosystèmes auxquels ils avaient accès. Les variétés hybrides (de maïs blanc) mises au point sont plutôt adaptées à la production industrielle de la farine de maïs destinée à la confection de la pâte. Cette pâte deviendra l'alimentation de base des travailleurs noirs, notamment dans les mines. Cette production est par ailleurs hautement subventionnée et protégée à partir des années trente par :

- la mise en place d'infrastructures de collecte et de stockage destinées exclusivement à la production des agriculteurs blancs ;
- l'établissement de prix différenciés au profit des agriculteurs blancs ;
- la mise en place de restriction à la commercialisation et la circulation du maïs produits par les Africains (McCann, 2005, p. 147).

5. Dans le passé, les cultures vivrières ont été surtout basées sur la culture associée, d'abord centrée autour de la culture du sorgho (associé à des haricots du genre *Vigna* notamment, du voandzou et du pois cajan), puis également autour du maïs depuis l'irruption en Afrique centrale et australe du matériel végétal d'origine américaine (maïs, haricot *phaseolus* et courges).

6. La Fédération de la Rhodésie et du Nyassaland regroupait la Rhodésie du Sud (futur Zimbabwe), la Rhodésie du Nord (future Zambie) et le Nyassaland (futur Malawi).

La reprise des travaux d'amélioration génétique après la deuxième guerre mondiale et une politique de soutien efficace conduisent à un accroissement spectaculaire de la production de maïs blanc dans cette région du monde, dès les années cinquante, avant même que la révolution verte ne démarre en Asie. Pour extérioriser leur potentiel de rendement, les variétés hybrides sélectionnées à cette époque (notamment l'hybride SR 52) nécessitent d'être semées le plus tôt possible. Mais cela n'est possible qu'en achevant le travail du sol avant même le début de la saison des pluies — le tracteur est de mise — et en ayant recours à l'usage des engrais de synthèse et au rachat des semences hybrides chaque année : autant d'éléments peu ou pas accessibles aux agriculteurs noirs (McCann, 2005, p. 147).

L'indépendance de la Zambie et l'arrivée au pouvoir de Kenneth Kaunda marquent une rupture majeure. Sans entraver le développement des grandes exploitations tenues par les Blancs, on promeut désormais la production de maïs chez les petits producteurs. Pour surmonter les obstacles qui entravaient l'adoption massive du paquet technique associé à la culture des variétés hybrides de maïs blanc, un programme de subventions des intrants est mis en place, assorti de garanties de prix d'achat aux producteurs. En outre, la recherche génétique locale produit de nouvelles variétés hybrides mieux adaptées aux systèmes de production familiaux : variétés à cycle plus court pouvant être semées plus tardivement, hybrides doubles ou triples pouvant être ressemés une ou deux années supplémentaires sans perte importante de rendement (McCann, 2005, p. 165). La production nationale de maïs augmente alors à vive allure, notamment dans les années quatre-vingt (figure 2.6).

Rupture sociale au bénéfice du plus grand nombre ? Sans aucun doute. Mais en dépit d'une meilleure adaptation des variétés proposées aux petits producteurs, le modèle technique promu s'inscrit dans la droite ligne des décennies antérieures : promotion de la culture pure (et du semis en ligne) ; succession maïs-maïs en continu sur les mêmes parcelles (monoculture) avec apport subventionné de fertilisants de synthèse.

Par ailleurs, le système de vulgarisation mis en place s'appuie sur des agriculteurs modèles, choisis en fonction de leur position sociale dominante et susceptibles croit-on, de faciliter la diffusion de l'innovation. Ce modèle pyramidal de vulgarisation est comparable aux modèles mis en place d'un bout à l'autre du continent et encore reproduits aujourd'hui — notamment, hélas, dans le cadre de la vulgarisation de l'agriculture dite « de conservation ».

Par exemple, dans la région de Mpika alors dominée par l'agriculture sur abattis-brûlis de forêt claire (type *miombo*) et la culture de l'éleusine, du manioc, de l'arachide et des haricots, L. Thomazo (2014) explique que les familles « modèles » faisaient défricher, au tracteur pour installer et avec l'aide de travailleurs journaliers, une culture continue de maïs en culture pure avec engrais de synthèse. À partir de 1985, le programme de soutien est élargi à tous les agriculteurs, mais dans la limite de 2 *lima* (0,5 ha) par producteur.

L'adoption des recommandations techniques concernant la culture du maïs devient le passage obligé pour accéder aux engrais à des prix abordables. Dès lors, les surfaces cultivées en maïs, les rendements obtenus et la production fluctueront au rythme de la capacité des pouvoirs publics à fournir l'engrais et les semences nécessaires en temps opportun, et à acheter la production offerte par les producteurs au prix annoncé. Comme on le sait, la fin des années 1980 marque l'arrêt brutal des

subventions (crise et ajustement structurel). Il entraîne l'effondrement immédiat de la production (figure 2.6), avec un impact immédiat et dévastateur sur l'ensemble des agriculteurs dont les revenus monétaires sont encore essentiellement basés sur la vente du maïs. Les familles se trouvent face à deux défis : celui de remplacer au moins en partie le maïs dans le régime alimentaire et celui de trouver une autre source de revenu monétaire (Thomazo, 2014).

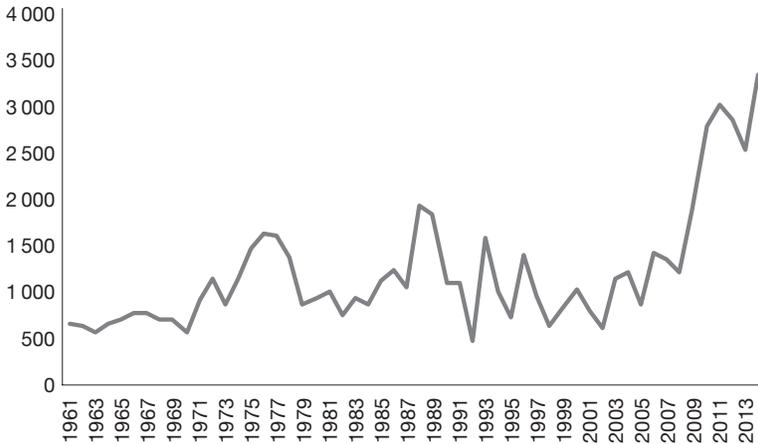


Figure 2.6. Impact de la politique de subvention des intrants sur la production annuelle de maïs en Zambie (x 1000/tonnes) (FAOStat).

Devant les conséquences négatives de l'arrêt des subventions, un système de soutien public est restauré dès le début des années 2000. Il est basé de nouveau sur un programme de subventions aux intrants (*Farmer input support program*, FISP) et de garanties concernant le prix d'achat aux producteurs et l'écoulement de leur production (*Food reserve agency*, FRA). Malgré les critiques dont elle fait l'objet, notamment en ce qui concerne son poids dans le budget du ministère de l'Agriculture, cette politique a porté ses fruits, tout comme au Malawi voisin, en matière d'accroissement de la production et de sécurité alimentaire à l'échelle nationale (figure 2.6).

La restauration du système d'aides à la production de maïs, pour efficace qu'elle ait pu être en matière d'augmentation de la production, n'a pas remis en cause les choix du passé, en particulier la préférence pour la culture pure et souvent en continu du maïs. Le maïs était-il la culture la mieux adaptée au climat tropical assez sec des hauts plateaux zambiens ? Était-il la culture la mieux adaptée aux sols sableux et à faible réserve utile qui recouvrent une grande partie du pays ?

Bien que les agriculteurs aient localement adapté le message technique à leurs conditions particulières et se soient parfois éloignés sensiblement du dogme de la culture pure, il reste que la place prépondérante du maïs dans les systèmes de production les rend sans aucun doute vulnérables aux multiples aléas qui pèsent sur la production. Il s'agit des aléas climatiques bien sûr, mais surtout des aléas liés à la dépendance des agriculteurs vis-à-vis des arrivages d'engrais et de la capacité des pouvoirs publics à en subventionner l'achat, des aléas enfin liés au prix de vente possible du maïs, lui-même lié aux capacités d'achat de la *Food reserve agency*.

On constate donc que si l'aléa climatique concerne *a priori* tous les systèmes de culture et donc tous les systèmes de production, le risque encouru est beaucoup plus important pour le maïs conduit en culture pure tel qu'il a été vulgarisé depuis l'indépendance, et pour les systèmes de production centrés autour de cette production.

Tanzanie, villagisation et paquet technique maïs

Mise en place à partir de 1974 sous la présidence de Julius Nyerere, la politique de regroupement de l'habitat a eu de graves conséquences dans la région de Kiponzelo, comme dans beaucoup de régions tanzaniennes. Et ce, d'autant plus que cette politique a été mise en place — fâcheux concours de circonstances — en pleine période de péjoration climatique. La villagisation forcée aurait provoqué une chute brutale de la production agricole (évaluée à 30%), que les autorités politiques ne manquèrent pas d'attribuer à la sécheresse (Raison, 1982). Comme aujourd'hui, bien des difficultés du secteur agricole sont attribuées au changement climatique pour éviter de questionner les modèles agricoles promus. Pour qui s'intéresse aux conséquences croisées du changement climatique et des politiques publiques sur l'agriculture, cette période est donc riche d'enseignements, à condition de remonter, pour la comprendre, à la période qui l'a immédiatement précédé.

Habitat dispersé, accès à des écosystèmes diversifiés et cultures associées : aperçu du système agraire avant la villagisation

Dans la région de Kiponzelo, non loin d'Iringa, les entretiens historiques conduits par Niel Verhoog ont permis de reconstituer avec précision le type d'exploitations le plus répandu à l'époque. Chaque unité de production occupait une « bande » partant du sommet des reliefs et se terminant dans les dépressions humides situées en contrebas (figure 2.7).

Dispersé, l'habitat était situé sur les bas-versants, souvent en contrebas des sources naissantes et à proximité de la rupture de pente de l'escarpement. Des parcelles de cultures pluviales entouraient l'habitation familiale, parfois délimitées par des lignes de bambous. Le maïs, les différentes variétés de haricots et quelques « légumes » (amarante, radis et tomates) y étaient cultivés en association, de façon de plus en plus dense à mesure que l'on se rapprochait de la maison, source de fertilité (déchets ménagers et cendres du foyer). Outre les rejets domestiques, le renouvellement de la fertilité était assuré par les quelques années de friche (arbustive) qui alternaient avec les années de culture dans les parcelles pluviales, mais aussi par l'épandage de fumure organique provenant de l'élevage (bovins, caprins, porcins et avicoles) largement pratiqué à l'époque.

Dans les massifs forestiers (escarpements, interfluves peu habités), l'éleusine était cultivée sur abattis-brûlis sur des petites surfaces, puis transformée en farine ou en *pombe*, la bière artisanale. Ce système de culture sur abattis-brûlis (dénommé localement *mahonyo*) était adapté au faible niveau de biomasse de la forêt claire (type *miombo*) et à la présence d'une strate herbacée (graminéenne) presque continue, elle aussi caractéristique de la forêt claire⁷.

7. En Afrique australe, ce système de culture sur abattis-brûlis est plus connu sous le nom de Chitemene. Il sera décrit en détail dans les pages qui suivent.

Dans les dépressions humides qui parsemaient les zones basses, des parcelles de « bas-fonds » étaient cultivées en saison sèche, tandis que d'autres pouvaient être irriguées à partir de sources situées sur les versants. Rappelons également qu'à cette époque, la saison des pluies était nettement plus longue qu'aujourd'hui, les pluies pouvaient se prolonger jusqu'à fin mai, voire début juin.

La taille de ces unités de production variait de 3-4 acres pour les plus modestes, à 10-25 acres pour les plus grandes. Les effectifs du troupeau reflétaient aussi la différenciation socio-économique des exploitations⁸.

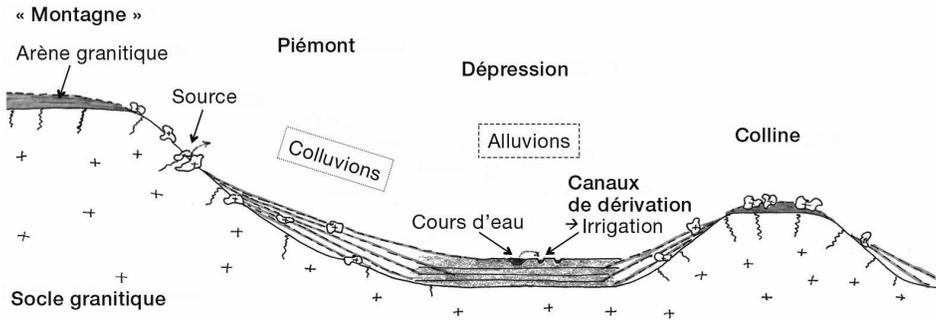


Figure 2.7. Toposéquence caractéristique de la région de Kiponzelo, sur les hauts plateaux du sud de la Tanzanie (Verhoog, 2015).

La villagisation et ses conséquences

Mise en place entre 1974 et 1976 dans la région Kiponzelo, la villagisation est à l'origine d'une profonde déstabilisation du système agraire. Elle s'est traduite par un accroissement significatif de la vulnérabilité des agriculteurs, notamment vis-à-vis du changement climatique qui intervient à la même époque. Du jour au lendemain, les agriculteurs furent sommés de rejoindre les nouveaux « centres », et d'y construire leur habitation principale en dur. Les maisons des récalcitrants étaient brûlées, et les occupants conduits de force sur les nouveaux espaces mis à leur disposition (entre 0,25 et 0,5 acre). Les conséquences de ce déplacement intempestif de l'habitat ont été les suivantes :

- il fallait désormais se rendre tous les jours à pieds ou en vélo jusqu'aux parcelles cultivées. Cela allongeait le temps de transport quotidien, diminuait d'autant le temps de travail disponible sur place, et donc réduisait la surface agricole exploitable par actif ;
- les déplacements et le gardiennage des troupeaux devenaient plus compliqués à cause du rassemblement obligatoire du bétail dans les nouveaux villages. De surcroît, cela augmentait les risques de transmission des parasites et maladies. Les épizooties, le manque de soins et les difficultés accrues de gardiennage entraînèrent une surmortalité du bétail ;

8. Jusqu'à l'Indépendance, la région comprenait également quelques grandes plantations coloniales de tabac de plusieurs centaines d'hectares, situées sur les zones planes les plus fertiles et au voisinage des cours d'eau.

– le renouvellement de la fertilité des sols fut rendu délicat suite à la mort ou la vente du bétail. De plus, il fallait maintenant disposer d'une charrette pour transporter la poudrette du corral jusqu'au champ et donc posséder des bœufs, ce qui devenait de plus en plus difficile ;

– les surfaces cultivées et les rendements diminuèrent ainsi de près de 20 %.

Ces années-là, le changement climatique en cours imposait un resserrement du calendrier de travail et un élargissement de la période d'étiage fourrager. Mais, la politique de regroupement obligatoire de l'habitat a placé les agriculteurs dans une grande vulnérabilité qui les empêchait de faire face au changement climatique dans des conditions permettant l'adaptation. En outre, l'obligation de cultiver certaines parcelles collectivement dans le cadre des coopératives nouvellement créées contribuera aussi à détourner une partie de la force de travail vers des parcelles au final fort peu productives.

Décidées à la même période que la villagisation, d'autres mesures de la politique agricole auraient pu améliorer le sort des agriculteurs en les aidant à faire face au changement climatique :

– construction, dans chaque village, de bains antiparasites pour les bovins ;

– diffusion à crédit de semences et d'engrais aux agriculteurs (via les coopératives) ;

– garantie d'écoulement de la production de maïs (également via les coopératives) ;

– démantèlement (après l'Indépendance) des plantations coloniales de tabac avec réaffectation des terres aux agriculteurs.

Mais ces efforts furent anéantis par les effets délétères de la villagisation elle-même.

Du paquet technique vulgarisé par la FAO au programme *One acre fund*

Après la campagne nationale du maïs fondée sur les principes de la révolution verte et lancée par la Banque mondiale en 1975, ce fut sous l'égide de la FAO qu'un nouveau paquet technique maïs fut diffusé dans la région à partir de 1985. La FAO proposait plusieurs types de maïs hybrides dans un paquet technique que les agriculteurs pouvaient se procurer en groupe et à crédit. Il comprenait, pour une acre, cinq sacs d'engrais et quatre litres de semences. Le succès de ce paquet technique fut très limité parce que ses promoteurs ne mentionnaient ni les cultures associées traditionnellement au maïs auxquelles il fallait renoncer, ni la récolte précoce désormais interdite du maïs en vert au moment de la soudure, ni le coût des engrais et des semences.

Depuis la mise en place du programme de promotion de la FAO dans les années 1980, la promotion de la culture du maïs n'a pas cessé d'être au cœur des politiques agricoles tanzaniennes, notamment dans la région d'Iringa. Aujourd'hui, alors même que les agriculteurs cherchent à diversifier leurs systèmes de production en y aménageant davantage de parcelles dans les bas-fonds (humidité résiduelle) ou de nouveaux périmètres irrigués, l'essentiel de l'appareil de vulgarisation — même s'il est désormais largement sous-traité *de facto* aux ONG et investisseurs privés — est toujours focalisé sur l'amélioration du rendement du maïs.

C'est le cas du programme *One acre fund* (OAF) proposé depuis 2014 par une organisation américaine. Le paquet technique comprend, en culture pluviale et pour une acre : les semences hybrides enrobées, 50 kg de di-ammonium phosphate

(DAP 18-46-0) appliqué dans le trou de plantation à l'aide d'une mesurette fournie par le programme, 50 kg d'engrais KEN (dont la composition serait à préciser) appliqué en deux fois (stade 3 feuilles et floraison) et enfin 10 kg d'urée.

Les agriculteurs soulignent l'avantage de ce programme en matière d'accès au crédit, aux semences et aux intrants de synthèse de qualité. En outre, le fait de pouvoir rembourser le prêt par étapes successives et sans montant minimum est apprécié des agriculteurs.

Pourtant, bien que le rendement soit au rendez-vous quand les conditions climatiques sont favorables (sept à huit sacs de 100 kg de grains/acre), le coût de ce paquet technique apparaît prohibitif. En 2015, les semences et les engrais livrés à crédit coûtaient 210 000 shillings tanzaniens (TZS). En outre, il fallait acheter l'urée et les pesticides (insecticides), et payer le transport de la récolte du champ à la maison. Le coût total était estimé à 260 000 TZS, auquel il fallait encore rajouter la prestation de service du tracteur et l'égrenage mécanique. Or, la valeur estimée de la production était à peine supérieure : 320 000 TZS dans le meilleur des cas, c'est-à-dire avec un prix élevé de 40 000 TZS par sac)⁹.

Ainsi, en cas de mauvaise récolte, l'exploitant devra trouver l'argent nécessaire ailleurs pour rembourser le prêt, au risque de se voir saisir ses biens mis en garantie. Nous manquons de recul pour évaluer l'impact de ce programme mis en place en 2014 dans la région étudiée. Cependant, des expériences similaires, conduites en Éthiopie depuis une vingtaine d'années (le Sakasawa-Global, 2000), incitent à la prudence. En effet, elles se sont avérées dramatiques pour de très nombreux agriculteurs incapables de rembourser leurs prêts à l'issue d'une année défavorable sur le plan climatique (Planel, 2008 ; Cochet, 2009).

► La diversité réduit la vulnérabilité des exploitations familiales face aux aléas de la culture pluviale

En dépit de l'impact des politiques de promotion de la culture « intensive » du maïs, le maïs n'est pas toujours conduit en culture pure, loin de là. Bien que les cultures associées au maïs — le plus souvent le haricot *Phaseolus* et la courge, la « trilogie américaine » — soient plus discrètes que le maïs lui-même et de ce fait peu visibles dans le paysage — il faut pénétrer dans la parcelle pour les découvrir —, elles n'en sont pas moins assez répandues, notamment dans les petites exploitations familiales.

Au nord de la Zambie (Mpika), le système de culture *chitemene* et son évolution contemporaine

La place du maïs dans l'agriculture familiale des hauts plateaux du Nord de la Zambie semble moins hégémonique qu'il n'y paraît. Une large gamme de cultures y est pratiquée, pour la plupart vivrières, les surplus vendus assurant l'essentiel du revenu monétaire. Ici, l'ancien mode d'exploitation du milieu sur abattis-brûlis, adapté au

9. Enquête faite auprès de Fausta le 17/06/2015 par N. Verhoog et H. Cochet.

miombo (forêt claire à *Brachystegia* et *Julbernardia*) est encore largement pratiqué. Les principes de ce système de culture — connu sous le nom de *chitemene*¹⁰ — méritent d'être rappelés. En effet, les évolutions contemporaines de cette agriculture ne peuvent pas être comprises sans référence claire à ce « point de départ ».

Le système de culture *chitemene*

Le *chitemene* est un système de culture sur abattis-brûlis adapté au faible niveau de biomasse de la forêt claire et à la présence d'une strate herbacée (graminéenne) presque continue, elle aussi caractéristique de la forêt claire. Du coup, les deux fonctions agronomiques principales du recrû arboré qui fondent la logique agronomique de la culture sur abattis-brûlis, à savoir la reproduction de la fertilité et la destruction du tapis herbacé (et du stock semencier correspondant), ne peuvent pas être assurées par le simple recrû arboré, fût-il d'assez longue durée. C'est pourquoi les agriculteurs de cette région du monde ont développé une pratique originale, typique de ce milieu et relativement efficace. De la surface de recrû abattue chaque année, seule une petite partie est cultivée. Après l'abattis, on transporte en effet les branches coupées vers le centre de la parcelle abattue pour les amonceler en véritable bûcher, sur un espace bien plus réduit que la parcelle abattue et qui sera le seul effectivement semé. La concentration de la biomasse sur un espace plus réduit permet alors deux choses : concentrer la fertilité — et retrouver ainsi l'efficacité d'un recrû arboré beaucoup plus dense — et intensifier le brûlis. L'intensification du brûlis permet la destruction partielle des touffes de graminées de la strate herbacée, destruction complétée par un long travail de sarclage.

Par ailleurs, ce déplacement manuel de biomasse vers le centre de la parcelle modifie aussi la technique d'abattage. Comme les troncs ne pourraient pas être déplacés facilement, on préfère ne pas les couper. On grimpe dans les arbres pour n'émonder que les branches jugées transportables. Il en résulte un paysage singulier et une différenciation très nette dans la dynamique du recrû. Ce recrû s'installera ultérieurement entre le centre de la parcelle effectivement cultivée et la périphérie émondée, mais ni brûlée ni cultivée (photo 2.1, planche 2) :

— au centre, lieu de concentration de la fertilité. Le recrû sera retardé par plusieurs années de culture (au moins trois) et le rabattage annuel des rejets de souche. Les grands arbres, élagués au moment de l'abattis, sont tués par le brûlis particulièrement intense en raison de l'accumulation de biomasse. Leurs troncs secs signalent de loin le cœur cultivé (ou qui l'a été) d'une parcelle de *chitemene* ;

— en périphérie, le recrû est immédiat. Il n'y a ni brûlis ni frein quelconque à l'émergence et au développement immédiat des rejets, la strate herbacée profitant de ce surcroît passager de lumière pour se densifier. Cette auréole est aussi caractérisée par le recrû des grands arbres (seulement émondés) et leur silhouette caractéristique. À y regarder de près, on remarque que de vastes espaces de *miombo* ne sont aujourd'hui composés que d'arbres ayant connu au moins une phase d'émondage lié au *chitemene*. Cela témoigne du caractère anciennement généralisé et durable (sous certaines conditions) de cette pratique.

10. Le *chitemene* a été décrit dans le Nord de la Zambie par plusieurs auteurs, notamment Audrey Richards dès l'époque coloniale (1939), Chidumayo plus récemment (1987).

Thomazo (2014) a reconstitué avec soin les associations et successions de culture caractéristiques de ce mode d'exploitation du milieu :

- en première année de culture et sans travail du sol préalable, c'est toujours l'éleusine associée au manioc, parfois à la courge et à quelques placettes de maïs ;
- succède à cette association une culture d'arachide ou de voandzou, elle-même associée au manioc bouturé l'année précédente et toujours en place ;
- le manioc reste seul en place la troisième année, pendant laquelle il sera peu à peu récolté ;
- une culture de haricot ou d'arachide peut ensuite venir prolonger cette séquence culturale une, deux ou trois années supplémentaires.

Quand la place vient à manquer

Le système dénommé *chisebe* (abattis-brûlis du pauvre) constitue une évolution de la culture sur abattis-brûlis vers des systèmes à friche de plus courte durée, surtout herbacée et à faible niveau de biomasse, semblable à une savane. Il nécessite cette fois-ci de recourir au travail du sol. Il est conduit de la manière suivante : faute de surface disponible en quantité suffisante, le principe de la concentration des branchages sur la partie qui sera cultivée est abandonné. Le produit de l'abattis est rassemblé en petits tas qui, après brûlis, recevront des cultures particulières (pommes de terre, courges, concombres et pastèques), tandis que le reste de la parcelle est labouré à la houe, à plat. Le manioc est bouturé en premier sur l'ensemble du champ. Ensuite, l'éleusine est semée à la volée, également sur l'ensemble de la parcelle. En deuxième année, on retrouve l'association manioc + arachide. Le maïs n'est cultivé qu'à partir de la troisième année, associé à d'autres plantes (haricot ou arachide) en continu pendant 3 ou 4 ans. On peut basculer alors dans un système de culture sur billons, où travail du sol et sarclage constituent dès lors de lourdes tâches.

Paquet technique maïs et aléas climatiques

Les politiques de promotion de la culture du maïs (*supra*) incitent les agriculteurs à se lancer dans la culture en continue du maïs qui, outre la disponibilité en engrais, nécessite un lourd travail du sol : une véritable rupture par rapport au système *chitemene*. Le système de culture *chisebe* (décrit précédemment) évolue alors, après deux ou trois années de culture associée, vers cette monoculture de maïs. L'histoire des 50 dernières années semble alors se jouer en fonction d'un équilibre changeant entre *chitemene* (jamais abandonné complètement), *chisebe* et culture du maïs en continu¹¹. Cet équilibre dépend surtout du foncier disponible et de l'accès aux engrais, cet accès variant selon les périodes (*supra*) et selon les familles. Lorsque les subventions aux engrais furent interrompues notamment à la fin des années 1980, beaucoup d'agriculteurs retournèrent à leur champ de *chitemene*. En effet, le *chitemene* faisait office de mode d'exploitation « refuge » et, par-là, anti-risque.

Dans la région étudiée dans le cadre de ce programme de recherche (Katongo Kapala, dans le district de Mpika), Thomazo a analysé en détail l'impact, en terme de rendement, des différents aléas climatiques identifiés (arrivée tardive des premières

11. Culture continue parfois remplacée par les agriculteurs par une rotation maïs et légumineuses (par exemple : haricot / maïs / arachide / maïs).

pluies, épisode de sécheresse immédiatement après les premières pluies et orage violent) sur les différents systèmes de culture. Il ressort de cette analyse que les rendements des systèmes de culture en association — *chitemene*, *chisebe* et association maïs + haricot — sont souvent moins affectés par les incidents climatiques que les systèmes conduits en culture pure. De plus, on remarque que le rendement du maïs pluvial, quel que soit son mode de culture, est très influencé par la date d'arrivée des pluies ou d'éventuels épisodes de sécheresse. La vulnérabilité de l'exploitation s'accroît donc au fur et à mesure que :

- la place du maïs dans l'assolement s'accroît ;
- la part faite aux cultures associées diminue.

C'est pourquoi les exploitations agricoles dont la production principale est le maïs en monoculture, subissent de plein fouet la baisse de rendements du maïs lors des années de retard des premières pluies.

Dans la région de Mkushi, beaucoup plus proche de Lusaza et étudiée en détail par Esther Laske (2014), le « tout maïs » résiste aussi à la réalité des faits. À l'exception des grandes entreprises agricoles d'un seul tenant (*farm block* en place depuis les années cinquante) et sous pivot d'irrigation, le paysage est encore peu artificialisé et largement dominé par la forêt claire à *Brachystegia* (type *miombo*) plus ou moins dégradée. Entre des zones de bas-fonds encore très peu cultivées et les lignes de crête des principaux interfluves, les versants en pente douce sont les lieux privilégiés des cultures. On y trouve, dans la partie basse et au voisinage des bas-fonds, une auréole encore boisée où sont installés les hameaux ; le sous-bois est soigneusement nettoyé. Puis, au voisinage immédiat des maisons, il y a de petites parcelles de maïs (associé aux courges, haricots et voandzou), quelques billons de patate douce, des manguiers et des touffes de bananiers. En remontant sur le versant, les parcelles deviennent plus grandes, souvent conduites en culture pure : maïs, soja et arachide, plus rarement éleusine ou manioc.

Rencontré le 14 mai 2014 sur l'une de ces parcelles, A. Axani nous explique comment il associe, après un labour en traction attelée, le maïs semé en ligne à la courge et au haricot¹² ; ce qui ne l'empêche pas d'utiliser le kit de semences enrobées et engrais distribué dans le cadre du *Farmer input support program* (FISP).

Enfin, que ce soit dans la région de Mpika au nord-ouest de la Zambie ou dans celle de Mkushi, les agriculteurs complètent leurs dispositifs, lorsqu'ils en ont la possibilité, par de petites parcelles irriguées consacrées aux cultures destinées à la vente ou à l'autoconsommation. C'est ainsi que les familles dégagant les meilleurs revenus et mieux armées face aux aléas de différentes natures auxquels elles sont confrontées, sont toujours celles qui peuvent combiner, sur des espaces différents, l'agriculture pluviale et l'agriculture irriguée.

De l'importance de disposer d'un environnement diversifié, l'exemple de Kiponzelo (Iringa, Tanzanie)

Bien que globalement tabulaire à petit échelle (l'échelle régionale), le relief de la région d'Iringa est localement assez accentué : escarpement avoisinant les 2 000 m d'altitude à l'ouest, collines intermédiaires et dépressions herbeuses vers

12. Tous les dix pieds, il sème en poquet une graine de maïs, de courge et de haricot dans le même trou.

1650-1700m. De nombreux cours d'eau et sources provenant des hauteurs ont permis l'aménagement de petits périmètres irrigués. Les écosystèmes accessibles aux agriculteurs sont donc très variés, tant sur la composition des sols que sur l'usage que l'on peut en faire (figure 2.7).

Les différentes unités de paysage sont donc les suivantes :

– l'escarpement ouest. Bien que les sols puissent être propices aux cultures par endroit, c'est la difficulté d'accès à cet espace qui entrave sa mise en culture. De grandes zones de pâturage y dominent alors et permettent aux éleveurs d'y envoyer paître leur troupeau en saison des pluies;

– les versants convexes de l'escarpement ouest. En contrebas de la partie supérieure du versant, en pente forte et encombrée de blocs de granite, une rupture de pente marque la transition vers la partie inférieure du versant. De nombreuses sources apparaissent à cette rupture de pente et desservent de petits périmètres irrigués. Ce fut aussi le lieu privilégié de l'habitat avant la villagisation opérée dans les années 1970;

– les bas-versants, dont la pente s'adoucit progressivement (colluvion) en s'approchant des bas-fonds, sont intensément cultivés, principalement en cultures pluviales (maïs associé). De nombreux arbres utiles parsèment le paysage et offrent de l'ombre aux travailleurs, ainsi qu'un apport supplémentaire de fertilité (chute des feuilles, légumineuses). Entre les champs, souvent pour délimiter les propriétés, se tend un maillage de buttes de bambous formant une sorte de bocage. Bambous dont la sève est récoltée pour en faire une boisson alcoolisée très prisée. On y trouve aussi de petits périmètres irrigués par gravité (photo 2.2, planche 2). Les petits canaux aménagés entre les parcelles dans le sens de la pente sont régulièrement barrés de petits seuils élévateurs. Ces seuils permettent à la fois de ralentir l'écoulement de l'eau vers l'aval et de rehausser le niveau de la nappe dans les parcelles par infiltration latérale. Les parcelles sont pour partie cultivées en saison des pluies en culture pure de maïs notamment, mais surtout pendant la saison sèche en maraîchage : choux chinois, radis noirs, pois, haricots, tomates, oignons, poivrons, aubergines, ails, carottes et épinards;

– les zones de bas-fonds humides cultivées en contre-saison, ou avec deux cycles de culture par an, aménagées en planches surélevées. Ces espaces se distinguent nettement des petits périmètres irrigués situés sur les versants. Néanmoins, leur mise en valeur est en bien des points semblable (morphologie, forme et taille des parcelles, cultures et succession de cultures) et un même vocable les désigne : les *vignungu*. Deux types de champs de bas-fond sont à distinguer. Là où la nappe d'eau ne risque pas de submerger les cultures (plutôt en bordure), on constitue des planches qui peuvent être mises en culture toute l'année. En contrebas, là où la nappe d'eau est plus conséquente, les parcelles en forme de buttes ou « pavés » sont davantage bombées et surélevées. Elles ne seront cultivées qu'en saison sèche (photo 2.2, planche 2). Complémentarité avec les parcelles de piémont, léger décalage des opérations agricoles et cultures spécifiques (maïs épis vendu en vert, par exemple) font de ces parcelles de bas-fond des espaces très prisés;

– les dépressions humides toute l'année. Il s'agit de zones globalement planes dont l'humidité s'accroît de la périphérie vers le centre. Ces zones sont utilisées comme pâturage de saison sèche et de statut souvent collectif;

– enfin, les interfluves, collines à sommets plats et versants convexes à pente très douce, sol sableux sur arène granitique. Ces interfluves sont eux-mêmes à subdiviser

entre les sommets encore couverts de forêt claire à *Brachystegia* et *Julbernadia* (type *miombo*) fortement dégradée, et les bas-versants cultivés en saison des pluies. Ici aussi, de petits périmètres irrigués ont parfois été aménagés en détournant l'eau d'un ruisseau.

À la lecture de ce paysage étagé et diversifié, on mesure l'importance, pour un agriculteur, d'avoir accès autant que possible à l'ensemble de ces écosystèmes. Cet accès multiplie le champ des possibles. Mieux encore, la combinaison de plusieurs cultures et systèmes de culture, dont les exigences en termes de temps de travail ne coïncident pas complètement permet d'accroître la productivité globale du travail — la valeur ajoutée nette produite par travailleur — en saturant la force de travail familiale disponible tout au long de l'année. C'est notamment le cas lorsque les cultures pluviales et les cultures de contre-saison peuvent être conduites conjointement. L'accès à l'irrigation apparaît comme un élément clé de ce processus. En outre, l'irrigation donne aussi accès à des cultures à plus forte valeur ajoutée du fait de leur meilleure valorisation marchande.

► L'accès à la petite irrigation, une clé pour la diversité et pour l'augmentation de la productivité du travail et du revenu

Dans le district de Mpika, au nord de la Zambie

La région de Katongo Kapala (district de Mpika) dispose d'assez nombreux canaux d'irrigation (avec prise d'eau simple sur les rivières existantes) aménagés à l'initiative de petits collectifs d'agriculteurs à partir des années soixante. Cependant, tout le monde n'a pas accès à l'irrigation. Un extrait de la typologie présentée par L. Thomazo (2014) pour cette région donne les résultats suivants :

– les familles les moins bien loties sont celles qui n'ont eu accès qu'à de petites parcelles (< 1 ha) de savane (un seul écosystème accessible) où ils ont tenté de se spécialiser dans la production de maïs grâce au soutien de l'État. En s'appuyant sur l'assurance que la vente de maïs rapportera quelque argent et n'ayant que très peu de ressources financières autres, elles se concentrent sur la mise en place d'une petite parcelle de culture associée : maïs + haricot ou arachide + citrouille + patate douce, en rotation avec des cultures pures de légumineuses. La valeur ajoutée dégagée par unité de surface est relativement élevée grâce à la culture associée. Mais, le revenu est très faible (l'équivalent de 80 à 100 euros/actif/an) du fait de la trop petite taille des exploitations, et largement inférieur au seuil de pauvreté;

– les familles ayant un accès large à la forêt claire pratiquent encore le *chitemene* (*supra*). Les rendements sont bons et assurent en grande partie l'alimentation de la famille en manioc, citrouille, éleusine, arachide et haricot. Une partie de l'éleusine peut être même stockée puis vendue. En complément, ces familles pratiquent des rotations plus courtes dans les parties les moins boisées de leur propriété (le système *chisebe*). D'une part, elles espèrent ainsi assurer une production minimum de manioc

pour leur propre alimentation. D'autre part, elles ouvrent ainsi des parcelles où l'on mettra en place, après la récolte du manioc, une rotation haricot/maïs/arachide/maïs en bénéficiant des subventions de l'État pour le maïs. En outre, la localisation de l'exploitation au cœur de la forêt claire facilite le petit élevage (chèvres et volaille), qui y trouve facilement les ressources fourragères nécessaires. Ces exploitations n'ont pas accès à l'irrigation. Mais la combinaison de différentes activités et le fait que les deux systèmes de culture pratiqués ne mobilisent pas la force de travail familiale au même moment permettent à ces familles de dégager un revenu légèrement supérieur au seuil de pauvreté, de l'ordre de 200 à 250 euros/actif et par an ;

– dès que les producteurs ont accès à de petites surfaces irrigables et peuvent y mettre en place un jardin à maïs, tomate et autres légumes en complément des autres parcelles cultivées, leur situation s'améliore nettement. C'est le cas des petites exploitations qui dégagent des revenus d'environ 300 euros par actif et par an avec seulement 0,25 ha irrigué en complément des autres parcelles de l'exploitation. C'est aussi le cas des exploitations un peu plus grandes qui, avec 2-3 *limas* (0,5 à 0,75 ha) de jardin irrigué, dégagent des revenus de 500 à 600 euros/actif/an. Ces revenus peuvent s'accroître si un élevage vient compléter le système de production.

Outre l'impact très positif (quoique limité par les difficultés d'accès au marché) sur les revenus des agriculteurs, l'irrigation permet aussi de mieux résister à d'éventuels épisodes secs pendant la saison des pluies en permettant un arrosage d'appoint.

Dans le district de Mkushi, Zambie

Avec des canaux de dérivation et l'irrigation gravitaire puis le pompage direct dans la rivière Mkushi, la région de Mkushi a connu un développement important de l'irrigation dans des exploitations de grande taille installées dans les années cinquante au profit des agriculteurs blancs (*farm blok*), sur la rive droite de la rivière Mkushi. À partir des années 1980, le maraîchage irrigué se développe rapidement dans les petites exploitations familiales de la rive gauche. La tomate, culture de rente, est aujourd'hui dominante dans la région et a contribué largement à l'accroissement du revenu des agriculteurs¹³. Mais les moyens dont disposent les agriculteurs pour mobiliser la ressource en eau et pour irriguer leurs parcelles s'avèrent dérisoires et constituent une limite sévère au développement de l'irrigation. Un extrait de la typologie présentée par E. Laske (2014) pour cette région donne les résultats suivants :

– la majorité des familles de la région (90 %) ne dispose que d'arrosoirs. Le jardin irrigué est donc de très petite taille (< 0,1 ha) et installé dans les bas-fonds où l'exhaure de l'eau est possible à l'arrosoir, en creusant un simple trou en bord de parcelle. Le jardin est surtout consacré à la tomate (deux ou trois cycles/an). Ne disposant par ailleurs que d'outils manuels pour le travail du sol, ces agriculteurs ne peuvent cultiver que de petites surfaces en cultures pluviales (1-1,5 ha) : le maïs bien sûr, mais aussi l'éleusine, la patate douce, l'arachide et le haricot en rotation de courte durée. Le revenu dégagé est alors de l'ordre de 300 à 600 euros/actif/an.

13. L'omniprésence de cette culture de rente chez les petits producteurs, l'utilisation intensive de pesticides, la très forte variabilité des prix des intrants et de la tomate, ainsi que la dépendance vis-à-vis du marché posent aujourd'hui question. Ils constituent, pour les agriculteurs, autant d'aléas qui font de la culture de la tomate une activité risquée.

Ce revenu peut s'accroître si l'agriculteur a accès à la traction attelée en propriété ou en prestation de service. Elle permet d'augmenter la surface cultivée en sec, la surface irriguée restant limitée par le matériel d'irrigation ;

– les familles ayant pu aménager sur un petit cours d'eau secondaire un barrage élévateur (+ canal d'amenée) disposent de davantage d'eau. Elles sont alors en mesure d'irriguer une surface plus importante à la raie, de l'ordre de 0,6 à 0,7 ha. Le nombre de cycles de culture peut alors être porté à trois par an, ainsi que pour les tomates et d'autres cultures maraîchères diversifiées. Le revenu agricole atteint des niveaux nettement plus élevés, supérieur à 1 000 euros/actif familial/an. Là aussi, c'est la diversité des cultures tant en irrigué qu'en culture pluviale qui est garante de l'accroissement et de la stabilité du revenu ;

– un très petit nombre de familles disposent d'une motopompe et peuvent ainsi prélever directement la ressource nécessaire dans la rivière. Il s'agit d'exploitations patronales faisant appel à de nombreux journaliers tout au long de l'année. La surface irriguée atteint alors un à deux hectares. La surface totale cultivée peut atteindre 10 ha, parfois même davantage. La productivité du travail n'y est pas plus élevée que dans les exploitations précédentes, sauf pour l'arrosage. Cependant, le revenu de la famille peut atteindre des niveaux beaucoup plus élevés dans la mesure où les nombreux tâcherons et ouvriers permanents sont rémunérés à un niveau très inférieur à celui de leur productivité.

Enfin, cette région est aussi caractérisée par de très grandes exploitations à salariées, moto-mécanisées et aujourd'hui spécialisées dans les cultures annuelles (blé et soja, par exemple) sous pivot d'irrigation. Elles occupent toute la rive droite de la rivière Mkushi et accaparent la très grande majorité de la ressource en eau disponible. Bien que dégageant de très hauts niveaux de revenu pour leur propriétaire, elles ne créent que peu de valeur ajoutée par unité de surface au regard des exploitations de petite taille de la rive gauche, beaucoup plus intensives en travail.

L'exemple de Kiponzelo, en Tanzanie

Ici aussi, le facteur limitant la production maraîchère est l'accès aux espaces propices à la culture de contre-saison (bas-fonds, sources de montagne ou cours d'eau). Les parcelles favorables sont stratégiques dans la mesure où leur accès conditionne la possibilité de produire des légumes, et donc d'avoir des cultures à forte valeur ajoutée. Avec l'accès au marché et la possession d'un élevage pourvoyeur de fertilité organique, la petite irrigation apparaît ici essentielle.

Parmi les systèmes de production identifiés et analysés en détail par N. Verhoog (2015), nous retiendrons, à titre illustratif, les catégories qui suivent.

Une première catégorie présente des résultats modestes du fait d'un accès limité aux parcelles cultivables en saison sèche. Ces exploitations combinent ainsi trois types de champs :

– premièrement, le champ autour de l'habitation exclusivement consacré aux cultures vivrières telles que maïs, haricots (nains et grimpants), courges et tournesols, bananiers, manioc, patates douces, amarante. Le peu de fertilité organique disponible (déchets ménagers et déjections de volailles) lui sera dédié, ainsi que parfois un peu d'engrais de synthèse ;

– ensuite, un autre champ de maïs pluvial, plus éloigné de la maison et où la culture associée est également de mise (haricot et courges) au moins sur une partie de la parcelle;

– puis, viennent les parcelles de bas-fonds. Pendant la saison sèche, ces champs sont cultivés avec des haricots en culture pure, des pois, des radis et du chou chinois (arrosage au seau). Ils sont ensuite semés en maïs et haricots avant le redémarrage des pluies, et donc encore arrosés quelques semaines avant que les pluies ne prennent la relève.

Dans ces exploitations, seuls quelques sacs de maïs seront gardés pour l'autoconsommation, le reste du maïs étant vendu directement après la récolte pour abonder une maigre trésorerie. Les mauvaises années, l'agriculteur devra acheter du maïs pour nourrir sa famille pendant la période de soudure (février-mars), la situation pouvant devenir critique en cas de prix élevés. Les exploitants pratiquant ce système sont donc vulnérables face aux changements climatiques. Ils dégagent un très faible revenu : de l'ordre de 120 euros/actif/an, autoconsommation comprise. Ayant accès à très peu de surface cultivable en contre-saison, la plupart de ces producteurs s'emploient alors à l'extérieur (confection de briques, journalier dans une autre exploitation ou petit commerce).

Un deuxième ensemble est constitué d'exploitations un peu plus grandes (3,5-4,5 acres). Outre le champ proche de la maison, toujours présent et où règnent les cultures vivrières associées, ces exploitations disposent de champs de saison sèche plus vastes. L'apport d'engrais est plus important, celui-ci pouvant être complété par une fertilité organique provenant d'un petit élevage (un porc à l'engraissement, une truie et sa suite). La culture du chou chinois est en grande partie destinée à la vente. Il est semé en pépinière, puis repiqué et fertilisé à la poudrette de parc. En ce qui concerne la culture du maïs, lorsqu'un « soin particulier » lui est accordé (semences certifiées, fertilisation et traitements plus importants, sarclage attentionné), il est possible de récolter les plus gros épis en vert en mars-avril-mai et de les vendre bord champ à des revendeurs. Le revenu agricole reste plus que modeste, de l'ordre de 200 euros/actif/an. Il peut être complété par une activité extérieure comme la confection de briques.

Un troisième ensemble de familles dispose de quatre à six acres. Ces familles font appel à la traction attelée en prestation de service, cultivent la pomme de terre et le maïs (vendu en épi) et disposent d'un élevage un peu plus conséquent, un élevage porcine notamment. Le labour en traction attelée permet de gagner du temps. Mais les retards au semis sont fréquents car les agriculteurs restent tributaires des propriétaires d'attelages. Aujourd'hui, leurs exploitations sont dépourvues de bétail bovin alors que les parents en avaient souvent avant la villagisation. Ce troisième ensemble de familles cultive aussi bien le maïs dit « local » (variété fermière) que le maïs « hybride » (semences certifiées). Le premier est semé à proximité de la maison, principalement pour l'autoconsommation, le second pour la vente. Un champ d'éleusine est encore installé d'août à mai; l'éleusine est notamment destinée à rentrer dans le procédé de fabrication du *pombe*, la bière artisanale de maïs. Les résultats économiques sont meilleurs, le revenu agricole familial s'établit autour de 300 euros/actif/an.

Un quatrième ensemble de familles dispose de surfaces un peu plus grandes (5-7,5 acres) et se distingue nettement des précédentes par leur relative spécialisation en maraîchage irrigué de saison sèche et le recours à la force de travail salariée

(journaliers). Dotés d'une trésorerie conséquente pour acheter les semences et les intrants nécessaires, ces agriculteurs sont surtout préoccupés par la gestion des parasites et des maladies. En permettant d'étaler semis, repiquages et récoltes, l'irrigation favorise une amélioration substantielle du revenu des agriculteurs. La majorité de la valeur ajoutée brute totale (60 %) provient alors du maraîchage. Les résultats économiques sont plus élevés et le revenu par actif familial dépasse les 500 euros/an.

Un cinquième ensemble regroupe les exploitations qui pratiquent également le maraîchage irrigué, mais à plus grande échelle (10-15 acres) et en faisant largement appel aux journaliers. Les exploitations de ce type disposent de larges surfaces à potentiel maraîcher et de plusieurs sources d'eau (bas-fonds, sources et cours d'eau). Cela permet de maximiser le rendement de chaque culture en lui dédiant l'écosystème qui lui est le plus adapté. L'eau peut manquer lorsque les parcelles sont loin de la source d'eau ou à cause d'une baisse du débit ou des difficultés d'arroser. Alors, les pompes mécaniques à pédales (plus rarement les motopompes) permettent de pallier ce manque et de sécuriser le rendement des cultures (photo 2.3, planche 2). Les résultats économiques de ces exploitations sont nettement meilleurs. Le revenu agricole par actif familial atteint l'équivalent de 1000 euros/an, du fait de la production de légumes à forte valeur ajoutée (tomates, oignons et poivrons) et d'une grande quantité d'épis de maïs vendus en vert.

Un sixième cas est constitué d'exploitations plus grandes encore. Tout en pratiquant le maraîchage de contre saison, ces exploitations sont engagées dans une production de maïs pluvial à grande échelle, vendu directement en ville (Iringa), et donc à meilleur prix; ce qui suppose une organisation plus complexe (transport, contacts commerciaux, connaissances et suivi du marché) et la vente de volumes importants (achetés pour partie aux agriculteurs voisins). Des semences améliorées sont utilisées lors de la plantation, ainsi que des apports d'engrais importants. Les surfaces, consacrées exclusivement au maïs étant très vastes, le labour à la charrue est indispensable (bœufs ou tracteur à façon). L'accès au marché extérieur et la possibilité de vendre le maïs à meilleur prix permettent d'obtenir des résultats économiques plus élevés, mais ceux-ci restent modestes : environ 320 euros/actif/an. Notons qu'il existe aussi, dans la région, de plus grandes exploitations qui se consacrent au maïs pluvial. Elles sont parfois dotées d'un tracteur. Leurs revenus sont bien sûr supérieurs, quoique la valeur ajoutée dégagée par unité de surface reste faible et étroitement tributaire des pluies.

Enfin, d'autres exploitations ont réussi à conserver ou à se voir attribuer un cheptel bovin. Grâce à la fertilité organique qu'elles peuvent en retirer, les rendements obtenus et leurs capacités de cultures sont nettement au-dessus des exploitations les plus pauvres.

La gestion sociale de l'eau : les acquis de l'organisation paysanne

Dans les trois régions étudiées, en Zambie et sur les hauts plateaux du Sud tanzanien, les agriculteurs ont su s'organiser collectivement pour aménager et gérer de petits périmètres irrigués assez efficaces en termes d'accroissement et de sécurisation du revenu. Il en est ainsi, par exemple, du petit périmètre d'Isupilo (photo 2.4, planche 3) vieux d'une quinzaine d'années et regroupant une vingtaine

d'irrigants. L'irrigation se fait par gravité selon le même système observé ailleurs : l'eau circule dans le sens de la pente entre les planches, avec de petits seuils élévateurs pour en ralentir la circulation et favoriser l'infiltration. Certains agriculteurs ont des tuyaux répartiteurs pour faciliter le changement d'eau de rigole en rigole (photo 2.5, planche 3).

Une véritable gestion sociale de l'eau a été instituée :

- corvée de curage des canaux une fois par an en juin et amendes pour les absents (5000 TZS);
- prises d'eau individuelles en aval du canal;
- eau à volonté, sauf si les irrigants situés en aval en manquent (pas de conflit, pour l'instant...);
- les irrigants qui disposent de parcelles au-dessus du canal, et donc non irrigables par gravité, peuvent cependant puiser sans limitation dans le canal, mais à l'arrosoir.

►► Conclusion

Les résultats économiques obtenus par les agriculteurs des régions présentées dans ce chapitre sont très faibles — quelques centaines d'euros par actif et par an —, à l'image de ceux de la majorité des agriculteurs du continent engagés dans une agriculture surtout pluviale et essentiellement manuelle. Les politiques volontaristes de promotion de la culture du maïs et les efforts faits en matière d'amélioration variétale et de diffusion des engrais ont parfois porté leurs fruits, lorsque les financements permettaient de subventionner efficacement ces intrants et que ces derniers étaient disponibles en temps opportuns. Néanmoins, il est clair que ce n'est pas le « tout maïs » qui a permis d'améliorer durablement la condition des ruraux. Ceux qui arrivent à dégager des revenus meilleurs et plus réguliers, et qui peuvent mettre leur famille à l'abri des aléas de toute nature auxquels ils sont confrontés, sont presque toujours ceux qui mettent en œuvre des systèmes de production diversifiés. Ces agriculteurs misent tout à la fois sur un large éventail d'écosystèmes accessibles, sur la culture associée et sur la petite irrigation. Étant entendu que mettre à profit cette diversité n'est envisageable que pour ceux qui disposent d'un matériel minimum : outils manuels en bon état pour le travail du sol, les sarclages et la récolte, bien sûr ; mais aussi petit matériel d'arrosage, traction animale et charrette. Par ailleurs, qu'un accès plus facile à des variétés améliorées, aux engrais de synthèse et aux produits phytosanitaires puissent contribuer significativement à améliorer la situation des agriculteurs et à sécuriser leur revenu n'est pas douteux. À condition que l'usage de ces intrants n'engage pas les agriculteurs dans une simplification excessive des combinaisons culturales mises en place et *a fortiori*, dans une monoculture porteuse de risques considérables et particulièrement sensible à l'accroissement des aléas de nature climatique, commerciale ou politique.

►► Références

Ahmed S.A., Noah S., Diffenbaugh N.S., Thomas W., Hertel T.W., David B., Lobell D.B., Ramankutty N., Rios A.R., Rowhani P., 2011. Climate volatility and poverty vulnerability in Tanzania. *Global environmental change* 21, 46-55.

- Chidumayo E.N., 1987. A shifting cultivation land use system under population pressure in Zambia. *Agroforestry systems* 5, 15-25
- Cochet H., 2001. *Crises et révolutions agricoles au Burundi*. Paris : INAPG/Karthala, 468 p.
- Cochet H., 2009. *L'agriculture éthiopienne face à l'accroissement du risque*. Présenté aux Dialogues franco-éthiopiens « *Éthiopie : une société vulnérable au défi du risque climatique et environnemental* », Addis-Abeba : Centre français d'études éthiopiennes, 6 mars 2009.
- Douillet M., 2013. Maïs en Afrique de l'Est et australe : la sécurité alimentaire régionale liée à l'amélioration du fonctionnement des marchés, *Le Déméter*, 205-226.
- Kanyanga, J., Thomas, T.S., Hachigonta S., Sibanda, L.M., 2013. Zambia. In: *East African agriculture and climate change: a comprehensive analysis*. Waithaka M., Nelson, Gerald C., Thomas T.S., Kyotalimye M., (eds). Washington: Ifpri, 255-287.
- Kilembe C., Thomas T.S., Waithaka M., Kyotalimye M., Tumbo S., 2013. Tanzania. In: *East African agriculture and climate change: a comprehensive analysis* Waithaka M., Nelson, Gerald C., Thomas T.S., Kyotalimye M. (eds). Washington: Ifpri, 313-345.
- IPCC, 2014. *Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability. Part B: Regional aspects. Contribution of working group ii to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. [Barros V.R., Field C.B., Dokken D.J., Mastrandrea M.D., Mach K.J., Bilir T.E., Chatterjee M., Ebi K.L., Estrada Y.O., Genova R.C., Girma B., Kissel E.S., Levy A.N., MacCracken S., Mastrandrea P.R., White L.L., (eds)]. Cambridge: Cambridge University Press, 688 p.
- Laske E., 2014. *Dualisme agricole le long de la rivière de Mkushi, Province centrale, Zambie*. Mémoire de fin d'étude, UFR Agriculture Comparée et Développement Agricole, AgroParisTech/AFD/IDSP (71 p.)
- Leichenko R., Silva J.A., 2014. Climate Change and Poverty: Vulnerability, Impacts, and Alleviation Strategies. *WIREs Clim Change* 5, 539-556.
- Leménager T., Ehrenstein V., 2016. Des principes agroécologiques à leur mise en pratique. Quels effets environnementaux en Zambie et quels enseignements pour les bailleurs de fonds? *Revue Tiers Monde*, 226-227, 65-93.
- McCann J.C., 2005. *Maize and grace. Africa's encounter with a New world crop 1500-2000*. Harvard University Press.
- Mulenga Bwalya S., 2010. *Climate change in Zambia: opportunities for adaptation and mitigation through Africa bio-carbon initiative*. Lusaka: Center for international forest research, Southern Africa regional office.
- Planel S., 2008. *La chute d'un éden éthiopien : le Wolaita, une campagne en recomposition*. Paris : IRD (*À travers champs*), 430 p.
- Porter J.R., Xie L., Challinor A.J., Cochrane K., Howden S.M., Iqbal M.M., Lobell D.B., Travasso M.I., 2014. Food security and food production systems. In : *IPCC, 2014. Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: Global and sectoral aspects. Contribution of working group II to the Fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge: Cambridge University Press, 485-533.
- Raison J.P., 1982. *Les erreurs géographiques de l'ujamaa tanzanienne*. Paris : Orstom (*Tropiques, lieux et liens*), 402-420.
- Richards A.I., 1939. *Land, labor and diet in Northern Rhodesia, an economic study of the Bemba tribe, international african institute*. London: Oxford university press, 425 p.
- Thomazo L., 2014. *Diagnostic agraire à Katongo Kapala et dans ses environs, Mpika district, Zambie*. Mémoire de fin d'étude, UFR Agriculture comparée et Développement agricole. Paris : AgroParisTech/AFD/IDSP, 119 p.
- Verhoog N., 2015. *Diagnostic agroéconomique, un système agraire autour de Kiponzelo (Iringa, Tanzanie) : Adaptation au changement climatique*. Mémoire de fin d'étude, UFR Agriculture comparée et Développement agricole, AgroParisTech/AFD, 119 p.