

La place de l'agronomie dans la problématique environnementale*

Agronomy and environmental issues

Marc BENOÎT**, François PAPY***

Préliminaire

L'agronomie est concernée par les questions d'environnement en ce que son propre objet d'étude se trouve être au coeur de beaucoup de ces questions. En effet, l'agronomie étudie, formalise, conçoit des logiques d'actions techniques de production végétale, que cette dernière soit destinée à la consommation directe, à la transformation par l'agro-industrie ou à l'alimentation des troupeaux. Or un bon nombre de problèmes d'environnement proviennent d'une remise en cause des modalités (nature, localisation, dates, quantités...) de ces actions productives.

Les logiques d'action étudiées en agronomie dépendent du processus dynamique de fonctionnement des populations végétales cultivées et du milieu biophysique sous l'effet des pratiques agricoles. A ce titre, l'agronomie utilise des connais-

ces issues de l'agro-physiologie, des sciences du sol et de la bioclimatologie. Mais ces logiques d'actions sont aussi de nature organisationnelle. C'est pourquoi l'agronomie utilise également des connaissances venant des sciences de la gestion, de l'économie et de la sociologie. Enfin, la mise en évidence de logiques d'actions sur les couverts prairiaux nécessite le recours aux sciences zootechniques.

En France, les agronomes appliquent le terme de système de culture à une portion d'espace traité de façon homogène¹. Chaque système de culture se définit par:

1) la suite logique et ordonnée des successions des cultures, que les espèces cultivées soient ou non pérennes;

2) pour chaque culture, par des itinéraires techniques qui sont des combinaisons logiques et ordonnées des opérations culturales (des modalités

* Artigo publicado na revista *Agronomie et Environnement*, Dossier de l'environnement, n. 17.

** INRA-SAD - Mirecourt BP 35, 88501 Mirecourt cedex – benoit@mirecourt.inra.fr

*** INRA-SAD Île-de-France, BP 01, 78850 Thiverval-Grignon - papy@jouy.inra.fr

¹ Un premier effort de précision terminologique dans le sens indiqué a été réalisé en 1975 à l'occasion de la constitution d'un nouveau département d'Agronomie à l'INRA. Cette définition a été affinée par Sebillote en 1990 dans l'ouvrage *Les systèmes de culture*, dirigé par L. Combe et D. Picard (éditions INRA, collection "Un point sur..."). Le terme anglais de *cropping system* n'a pas le même sens. Selon L. Fresco (1984, cité par L. De Bonneval dans son dictionnaire français-anglais - INRA Éditions), ce dernier concerne l'activité de production végétale d'une exploitation agricole par opposition au *livestock system* ou système d'élevage.

et conditions d'intervention) permettant de contrôler les états du milieu et des populations végétales cultivées pour en tirer une production donnée.

Un territoire agricole peut être alors considéré comme un ensemble de portions d'espace affectées à des systèmes de culture. On appelle organisation des systèmes de culture la logique de distribution des systèmes de culture sur le territoire.

L'exploitation agricole est le premier niveau décisionnel où se construisent les systèmes de culture et leur organisation spatiale. Et, qu'il s'agisse d'exploitation de culture ou d'élevage, on sait formaliser la logique qui aboutit à une organisation de systèmes de culture. Mais les systèmes de culture et leur organisation dépendent aussi des coordinations entre les exploitations agricoles et les autres unités économiques des filières, les collectivités territoriales, les administrations (réglementation, zonage...). Dans tous les cas, l'identification des systèmes de culture et de leur distribution spatiale est une reconstitution théorique. Elle s'établit à partir d'analyses des stratégies des acteurs et de leurs pratiques. L'agriculteur et l'éleveur n'ont pas conscience de gérer des systèmes de culture, pas plus que l'industriel qui leur propose des contrats, l'administrateur qui met en œuvre une réglementation... n'ont conscience de les modifier.

Les recherches en agronomie consistent à :

a) étudier les effets des systèmes de culture et de leur distribution spatiale sur l'élaboration du rendement des populations végétales cultivées et les modifications du milieu et à élaborer des diagnostics de plusieurs points de vue (productivité des facteurs de production, risques encourus, pérennité des systèmes, effets environnementaux...);

b) comprendre comment les différents acteurs (agriculteurs, éleveurs, acteurs des filières, collectivités territoriales, administrations...) construisent des systèmes de culture et les organisent spatialement;

c) aider à la conception de nouveaux systèmes de culture et de nouvelles organisations de ces derniers qui satisfassent de nouveaux objectifs.

Les politiques agricoles qui se sont succédées depuis la dernière guerre ont favorisé des systèmes de culture et une organisation spatiale de ces derniers qui sont actuellement remis en cause. Sous l'effet

d'une dynamique marchande, les régions se sont spécialisées, certaines d'entre elles étant exploitées de façon de plus en plus intensive et d'autres, à l'autre extrême, abandonnées partiellement à la friche. Au sein des régions, les exploitations se sont spécialisées. En cherchant à réaliser des économies d'échelle, les agriculteurs ont augmenté la taille de leur exploitation et de leurs parcelles. Jusqu'aux années 1980, les quantités d'intrants utilisés (fertilisants, produits phytosanitaires, eau d'irrigation) n'ont cessé de croître. Il s'en est suivi une modification du fonctionnement hydrologique du territoire agricole, des transferts de polluants, une diminution de la diversité biologique, une déprise en certains secteurs, un accroissement de l'utilisation par l'agriculture d'une ressource de plus en plus convoitée par d'autres usagers: l'eau, etc. Au vu des conséquences qu'elles sont réputées entraîner et qui se manifestent parfois à long terme, ces transformations sont maintenant fortement remises en cause par de nombreux acteurs sociaux.

1. Dynamique de la production des connaissances

Origine des questions abordées

Il est intéressant de constater qu'au cours du siècle dernier, certains agronomes et chimistes ont été attentifs aux rejets de constituants chimiques en dehors du champ cultivé. Cependant, si en 1890 Paul Sabatier, Prix Nobel de chimie, dans ses «leçons élémentaires de chimie agricole», étudie les pertes d'éléments azotés vers les rivières et les nappes, c'est en réalité pour économiser une ressource rare. Seul Boussignault, vers 1850-1860, semble s'être posé la question de la qualité de l'eau. Mais pour lui, le taux de nitrate était un indicateur de la contamination microbienne. Jusqu'à ces dernières décennies, le siècle actuel a été marqué par des recherches exclusivement orientées vers la production.

On parle d'éventuels effets des pratiques agricoles sur l'environnement (en même temps d'ailleurs que sur la qualité des produits) depuis 20 à 30 ans. En France, le rapport Hénin de 1980 fait

date. Il marque une prise de conscience des questions environnementales par l'agronomie. Ce rapport a d'abord attiré l'attention sur la pollution nitrique. Plus tard, la sensibilisation s'est développée sur d'autres pollutions, notamment celles dues aux pesticides, aux métaux lourds... La conservation de milieux, que ces derniers soient propices au développement d'espèces végétales ou animales, ou qu'ils aient une valeur paysagère propre, est aussi devenue un objet du débat social.

On demande donc à l'agriculture de mieux maîtriser les flux polluants et de contribuer à la préservation de milieux, mais aussi d'utiliser et de résorber les effluents organiques et minéraux provenant des villes, de l'agro-industrie ou encore des zones d'élevage intensif. Toutes ces questions ont pris de l'ampleur au cours des dernières années. Elles contribuent à réorienter les recherches en agronomie vers d'autres objectifs que la seule production, vers ce que l'on appelle maintenant une agriculture durable.

Comment les questions d'environnement sont-elles abordées en agronomie? Les cadres théoriques en sont-ils modifiés?

L'objectif d'aider à concevoir une nouvelle forme d'agriculture – le c) du préliminaire – nous conduit à examiner comment les questions d'environnement sont abordées dans les a) e b).

a) Longtemps, l'étude des effets des systèmes de culture a porté uniquement sur l'élaboration du rendement des populations végétales cultivées et sur l'évolution des caractéristiques du milieu, dans la mesure où ces dernières affectent les facteurs et conditions de croissance et de développement des populations végétales en place ou à venir. Les critères de jugement ne portaient alors que sur la production et la préservation de l'aptitude à produire. Les questions d'environnement modifient les critères de jugement et élargissent le champ du diagnostic aux effets

des systèmes de culture sur l'ensemble de la biosphère. C'est désormais une agronomie écologique qu'il faut concevoir². L'écosystème cultivé doit être étudié dans les conséquences qu'il a sur les grands cycles biochimiques, sur les espèces animales et végétales. C'est ainsi que sont tentés des bilans environnementaux des cultures qui sont des quantifications des flux et des stocks présentant des impacts potentiels en matière d'environnement.

Ces nouveaux objectifs de l'agronomie impliquent des approches scientifiques à d'autres échelles d'espace et de temps que celles où, jusqu'à présent, les agronomes ont travaillé: échelles d'espace, parce que la qualité d'une ressource en eau, par exemple, dépend des systèmes de culture et de leur distribution spatiale sur un bassin hydrologique; échelles de temps, parce que les systèmes étudiés ont une grande inertie vis-à-vis des cycles biochimiques du fait d'incessants processus d'organisation et de minéralisation des matières organiques du sol, de temps de transfert de molécules, parfois très longs, ou encore de sélection et d'adaptation des espèces vivantes.

Enfin, l'analyse des effets des systèmes de culture sur le fonctionnement biophysique de la nature met souvent en évidence des contradictions entre objectifs et nous place en face de choix entre plusieurs types de pollution, entre espèces à protéger...

b) Jusqu'à présent, l'étude de l'organisation des systèmes de culture s'est cantonnée au plus petit niveau d'agrégation de ces systèmes: l'exploitation agricole. Et les études au niveau du "farming system", pour prendre la terminologie anglo-saxonne, sont principalement orientées par des objectifs de production. Si on sait maintenant correctement représenter le fonctionnement de l'exploitation comme un ensemble de systèmes de culture organisés entre eux dans un objectif de production, on commence juste à élaborer des diagnostics environnementaux globaux des exploitations et à en tirer des prescriptions.

² M.A. Altieri, 1987. *Agroecology*. Westview Press, IT Publications.

A. Mariotti, 1997. Quelques réflexions sur le cycle biochimique de l'azote dans les agrosystèmes. In G. Lemaire & B. Nicolardot: *Maîtrise de l'azote dans les agrosystèmes*. INRA Éditions. 9-22.

Depuis plusieurs décennies existent des catégories d'agriculture dites alternatives. Elles affichent comme objectif d'obtenir des produits de qualité en respectant des principes de culture qui se veulent respectueux de la nature. On parle d'agriculture biologique, organique, naturelle ou écologique. Elles étaient au début, presque exclusivement fondées sur des principes idéologiques. Il s'en est suivi une méfiance de la part des chercheurs en agronomie qui craignaient, qu'en étudiant officiellement ces types d'agriculture, ils parussent s'en porter garants; c'était d'ailleurs recherché par les tenants de ces dernières. Les choses ont changé depuis. Ces pratiques donnent lieu maintenant à des approches scientifiques chez des agriculteurs biologiques ou dans des fermes expérimentales. On étudie ces modes d'agriculture alternatives du point de vue économique et de leurs effets sur l'environnement. Les coûts de production sont généralement plus élevés qu'en agriculture classique et ces systèmes ne sont viables que si la valorisation des produits biologiques est meilleure que celle des produits courants. Quant à la protection de l'environnement, elle n'est nullement garantie par ces pratiques.

c) L'existence de ces types d'agriculture a constitué un stimulant pour la recherche de nouveaux systèmes de culture qui, pour un objectif de rendement plus faible que le potentiel, visent une production rentable grâce à l'emploi de variétés résistantes aux maladies et la limitation, de façon coordonnée, des apports de fertilisants et de produits phytosanitaires. On parle d'agriculture intégrée ou, aux États-Unis, de "Low Input Sustainable Agriculture". On cherche à recycler au mieux les éléments chimiques fertilisants et à s'adjoindre des auxiliaires pour limiter l'emploi des pesticides. On vise à économiser l'eau, l'énergie, à limiter les risques d'érosion. Le sol, vu naguère comme un milieu déterminant des conditions et des facteurs de la production végétale, est maintenant considéré autrement. C'est un lieu où doivent se réguler les grands cycles biologiques, notamment celui de l'azote par des apports raisonnés de carbone. C'est également un milieu qui peut avoir des fonctions dépolluantes vis-à-vis d'effluents à résorber.

Ces recherches sont plus délicates à conduire que celles qui portaient sur l'identification et la réduction des facteurs limitant l'expression du rendement. Elles demandent une connaissance approfondie et un effort de modélisation de processus chimiques, physiques et écologiques complexes.

Mais les questions d'environnement incitent également les agronomes à renouveler leurs études sur l'organisation spatiale des systèmes de culture. La dynamique marchande, avons-nous dit, a poussé les agriculteurs à faire des économies d'échelle. La spécialisation des régions, des systèmes de production, l'accroissement de taille des exploitations et des parcelles en découlent. Or cette évolution accroît les risques environnementaux, tandis qu'apparaît du voisinage de modes d'occupation du sol différents (exemple: prairies en val d'un impluvium ou d'un marais drainé, clairière cultivée ou pâturée dans une forêt) ou de distributions spécifiées de structures paysagères. Les agronomes devraient s'employer à évaluer et faire reconnaître ces économies de voisinage entre modes d'occupation des parcelles. La réorganisation spatiale en jeu concerne de multiples acteurs dont les décisions portent sur des entités spatiales différents: les exploitations agricoles pour les préoccupations productives, les bassins versants ou d'alimentation d'une source, les structures paysagères, pour les préoccupations environnementales.

Ces considérations obligent les agronomes à réaliser un changement d'échelle dans le niveau d'organisations des systèmes de culture. On doit dépasser celui de l'organisation hiérarchique qu'est l'entreprise agricole. Il faut désormais étudier comment de nouveaux systèmes de culture et de nouvelles organisations spatiales de ces systèmes sont mis en oeuvre au sein d'organisations économiques et sociales dont l'objectif est de concevoir une gestion collective du territoire. S'il est vrai que l'on a fait des avancées dans la conception de nouveaux systèmes de culture plus économes en intrants, les problèmes de réorganisation spatiale collective de ces systèmes paraissent plus ardu.

Un des freins à l'innovation en ces domaines tient à ce qu'en l'état actuel des prix et des primes, les systèmes de culture répondant à des objectifs

environnementaux ne supportent souvent pas la comparaison avec les systèmes plus productifs, du point de vue de la rentabilité économique pour l'agriculteur. Le développement d'une agriculture durable n'est pas qu'affaire d'agronomie; il nécessite une transformation plus radicale des mentalités, des organisations sociales et en définitive de la politique agricole.

2. *L'interdisciplinarité*

Ce qui vient d'être développé fait clairement ressortir un élargissement des disciplines avec lesquelles l'agronomie est appelée à collaborer.

Dans la mesure où l'agronomie analyse l'effet des systèmes de culture sur l'élaboration du rendement ou conçoit de nouveaux systèmes avec comme seul objectif de réduire les facteurs et conditions limitant le rendement, les collaborations se limitent à l'agrophysiologie, la science du sol, la bioclimatologie, l'amélioration des plantes, la zootechnie. Mais, nous l'avons vu, pour prendre en compte les répercussions environnementales, pour concevoir des systèmes intégrés, d'autres fonctionnements biologiques et chimiques à d'autres échelles de temps et d'espace doivent être abordés. L'écologie, la pathologie végétale, la microbiologie, la géochimie, l'hydrologie sont mises à contribution. Des programmes de recherche sont développés dans ce sens.

Mais l'agronomie analyse et formalise comment les logiques d'action construisent des systèmes de culture. Pour l'instant, en empruntant des concepts aux sciences de la décision et de la gestion, elle s'est cantonnée à l'étude de l'organisation des systèmes de culture au sein de l'entreprise élémentaire qu'est l'exploitation agricole. Là encore, ce que nous avons vu plus haut le laisse entendre, le champ des collaborations disciplinaires doit s'élargir. Les questions de différenciation et de qualité des produits agricoles amènent les agronomes à voir les systèmes de culture comme résultant de stratégies et de relations d'accord et de coopérations entre acteurs économiques. Il faut pour ce faire intégrer des concepts venant de l'économie industrielle et l'économie des organisations.

D'une manière similaire, mais beaucoup moins évidente, le même genre de coopération interdisciplinaire avec les sciences économiques et sociales doit se développer pour aider les acteurs de la gestion des territoires (les responsables des politiques publiques comme les acteurs locaux) à concevoir des solutions de développement durable. Cette coopération interdisciplinaire, pourtant si urgente, n'en est encore qu'à ses premiers balbutiements.

Face à un tel élargissement des collaborations, le risque est grand de voir l'agronomie éclater. Les exigences académiques imposées aux scientifiques y contribuent. Et pourtant la complexité des questions justifie que se développent des disciplines et des concepts intégrateurs. Parce qu'elle formalise et conçoit des logiques d'actions techniques sur des fonctionnements de la nature, l'agronomie peut éclairer la remise en cause de ces actions. Comme ces logiques tiennent compte à la fois de principe de gestion et de coordination entre acteurs, d'une part et, de l'autre, de logiques de pilotage et phénomènes naturels, l'agronomie se trouve donc à l'interface de deux grands champs disciplinaires portant respectivement sur la nature et la société. Elle nous semble avoir une position clé dans le traitement des questions d'environnement à condition qu'elle sache garder son unité.

3. *Instrumentation*

Le développement d'une discipline est souvent lié à l'instrumentation dont elle dispose. Nous ne parlerons pas ici de l'instrumentation portant sur les logiques d'action, qui n'est d'ailleurs pas propre aux questions relatives à l'environnement. A noter cependant que parmi les méthodes de l'intelligence artificielle, bien utiles pour formaliser ces logiques, les systèmes multi-agents sont particulièrement pertinents pour mettre au point et tester des règles de concertation sur des modifications d'usages de parcelles. A ce titre, elles peuvent aider à une gestion collective de territoire afin de maîtriser des problèmes environnementaux.

L'instrumentation que nous allons développer porte sur deux aspects: la mesure des conséquences

environnementales de pratiques agricoles et le traitement des données spatialisées.

La mesure des conséquences environnementales de pratiques agricoles

On établit les conséquences environnementales de pratiques agricoles dans des dispositifs qui permettent d'étudier les relations suivantes:

action technique → états du territoire subissant l'action → conséquences environnementales
système de culture → états successifs de la parcelle → conséquences environnementales
distribution spatiale des systèmes de culture → états successifs de l'entité spatiale à étudier → conséquences environnementales

De tels dispositifs permettent l'étude des transferts de matière et s'appliquent au ruissellement, à l'érosion, à la lixiviation, au cycle des éléments (azote, phosphore), aux pesticides et à leurs résidus, mais aussi à l'évolution de la flore et de la faune.

Si l'on peut étudier les deux premières relations dans des dispositifs expérimentaux, dans lesquels les traitements sont contrôlés, ce n'est généralement pas possible pour la troisième qui s'établit sur de plus grandes surfaces (par exemple, un petit bassin versant). Dans ce dernier cas, l'analyse de l'hétérogénéité interne à l'entité spatiale est très utile à connaître.

Les progrès réalisés dans l'instrumentation de terrain (prélèvement et acquisition automatiques des données) sont très précieux pour mesurer les conséquences environnementales dans ces différents dispositifs. Il devient maintenant possible d'équiper en routine, par exemple, des dispositifs de drainage avec mesure aux ultrasons des débits, réseau de bougies poreuses, limnigraphes automatiques... On peut ainsi multiplier les sites de mesures, comme cela a été fait dans plusieurs lycées agricoles en France.

L'instrumentation facilite également la mise en place d'observatoires de terrain sur du long terme, dont nous avons souligné l'intérêt.

Le traitement des données spatialisées

Le traitement des données spatialisées conduit les agronomes à utiliser de plus en plus des outils de statistiques spatiales, des systèmes d'information géographiques et des données issues de la télédétection. Ces dernières sont maintenant nombreuses. Leur coût devient accessible à beaucoup de budgets de fonctionnement d'équipes de recherche et leurs modalités de traitement informatique sont maintenant d'un usage aisé. La possibilité de disposer d'images satellite sur de vastes territoires permet d'identifier des zones sensibles à tel ou tel risque environnemental à condition d'avoir bien repéré et testé des indicateurs d'état.

Pour étudier la dynamique spatiale des systèmes de culture qui détermine partiellement l'évolution des risques environnementaux, la qualité de certaines informations statistiques, malheureusement, se dégrade. L'espacement des dates entre deux recensements généraux de l'agriculture (RGA) diminue la régularité des informations statistiques. Comme, par ailleurs, les exploitations agricoles augmentent de taille, la mise en relation entre les caractéristiques de ces dernières et les zones à enjeux environnementaux devient de plus en plus délicate. L'assise territoriale des exploitations s'étend de plus en plus souvent au-delà des entités où elles sont codées (commune, canton, petite région agricole). Un travail de "remise en correspondance territoriale" est souvent nécessaire. Heureusement que de nouvelles sources d'informations apparaissent. Les déclarations annuelles des dossiers PAC constituent une source statistique précieuse pour suivre la dynamique spatiale des systèmes de culture.

4. Survol bibliographique

Un survol rapide de quelques titres de la littérature agronomique de la dernière décennie montre bien le poids que prennent les questions environnementales en agronomie.

Des revues déjà très anciennes comme *Agriculture Ecosystems & Environment*, qui affichent

dans leurs objectifs l'étude des interactions entre productions agricole et environnement, ont dû se démultiplier devant l'abondance des propositions d'articles. C'est ainsi qu'en 1994 une section de ce journal s'est autonomisée sous le titre d'*Applied Soil Ecology* et traite plus particulièrement de l'interaction entre systèmes de culture et micro-organismes du sol. *Fertilizer Research*, publié depuis 1981 par Kluwer Academic Publishers, a changé de titre en 1996 et pris celui de *Nutrient cycling in Agrosystems*. Les éditeurs veulent signifier ainsi un changement d'orientation. Affichant leur perspective de développer une "agriculture soutenable", ils cherchent à publier de plus en plus d'articles où les nutriments sont replacés, sur le long terme, dans l'ensemble de l'agrosystème. La revue *Agronomie* de l'INRA a, depuis 1996, identifié une section indépendante intitulée *Agriculture and Environment*, destinée à analyser les effets des pratiques culturales sur la quantité, la qualité de la production ainsi que sur l'environnement. Même des revues à caractère général comme *European Journal of Agronomy* mentionnent explicitement leur intérêt pour l'étude des relations entre agrosystèmes et environnement.

Les actes de colloques, les ouvrages de synthèse manifestent le même intérêt. La littérature sur les effets des systèmes de culture sur l'environnement est particulièrement abondante. La question des nitrates et de la maîtrise du cycle de l'azote donne lieu à de nombreux titres [1,2,3,4,5,6,7], de même que les effets des systèmes de culture sur l'érosion [8,9,10,11], encore que dans ces derniers les pages consacrées aux mécanismes de l'érosion sont généralement plus nombreuses que celles réservées à la maîtrise des phénomènes par les pratiques agricoles. S'il existe, bien sûr, de nombreux articles et colloques consacrés aux impacts de l'usage des pesticides, l'état d'avancement des recherches sur ce sujet difficile n'est pas encore suffisamment avancé pour permettre la production de nombreux ouvrages de synthèse. Citons cependant [12]. On trouve évidemment beau-

coup de titres relatifs à la qualité de l'eau [13,14]. Dans les nombreux ouvrages de synthèse consacrés à l'écologie, rares sont ceux qui abordent l'effet des pratiques agricoles sur la dynamique des espèces animales ou végétales.

Les ouvrages cités plus haut contiennent des chapitres sur les modes de conduite des cultures ou des troupeaux (planification et pilotage) qui réduisent les risques environnementaux. Des indicateurs de pilotage des cultures sont parfois proposés. Mais la place consacrée à la maîtrise des problèmes environnementaux à l'échelon de l'exploitation agricole est toujours très réduite, même dans les ouvrages qui veulent ouvrir des perspectives pour l'agronomie [15]. Ceux consacrés aux systèmes d'agriculture durable [16] comportent des études sur des aspects techniques particuliers ou des considérations économiques d'ordre général. On trouve dans certains des études sur des logiques d'action, à l'échelon de l'exploitation, qui intègrent à la fois des objectifs de production et de protection de l'environnement [17]. Les principes d'action d'une agriculture alternative sont parfois puisés dans une analyse d'agricultures traditionnelles [18].

Bref, les recherches restent encore dans l'ensemble trop cantonnées à des échelles de temps et d'espace réduites. Elles sont évidemment bien adaptées aux exigences de publication! Quelques ouvrages cependant font exception [19,20]. Quant au changement d'échelle organisationnelle, il est absent. Il n'existe pratiquement pas de synthèse sur la gestion collective de territoires pour maîtriser des problèmes environnementaux par une organisation de systèmes de culture dans un espace aménagé.

Ce survol bibliographique montre bien que, pour traiter des questions d'environnement, la recherche scientifique peine à mettre en place des démarches qui soient vraiment interdisciplinaires, c'est-à-dire dans lesquelles, chaque discipline (ici l'agronomie) élargit ses propres cadres théoriques à partir des questions et des concepts des autres.

RÉFÉRENCES

- [1] GERMON, J.C. *Managements Systems to reduce Impact of Nitrates*. Elsevier applied Science, 1989. 274 p.
- [2] CALVET, R. *Nitrates-Agriculture-Eau*. International Symposium organized by INA P-G, INRA Editions, 1990.
- [3] BACON, P.E. *Nitrogen Fertilization in the Environment*. Marcel Dekker, Inc.NY,NT. 1995. 608 p.
- [4] LEMAIRE, G.; BURNS, I. G. *Diagnostic Procedures for Crop N. Management*. INRA Editions, les colloques n° 82, 1997. 158 p.
- [5] LEMAIRE, G.; NICOLARDOT, B. *Maîtrise de l'azote dans les agrosystèmes*. INRA Editions, Les colloques n° 83, 1997. 333 p.
- [6] LEMAIRE, G. *Disgnostic of the Nitrogrn Status in Crops*. Springer, 1997. 239 p.
- [7] CANTER, L.W. *Nitrates in Groundwater*. Lewis publishers, 1997. 263 p.
- [8] CHISI, G.; MORGAN, R. P. C. *Soil Erosion in European Community*. Balkema, 1986. 233 p.
- [9] BRYAN, R. B. *Rill Erosion*. Catena supplement 8, 1987. 159 p.
- [10] BOARDMAN, J.; FOSTER, I. D. L. *Soil Erosion on Agriculktural Land*. John Wiley & Sons, 1990. 687 p.
- [11] WICHEREK, S. *Farm Land Erosion*. Elsevier, 1993. 587 p.
- [12] HAYES, W. J.; LAWS, E.R. *Handbook of Pesticide Toxicology*. Academic Press, San Diego, USA, 1992.
- [13] SCHALLER, F. W.; BAILEY, G. W. *Agriculture Management and Water Quality*. Iowa State University Press, 1983. 472 p.
- [14] RIOU, C.; BONHOMME, R.; CHASSIN, P.; NEVEU, A.; PAPY, F. *L'eau dans l'espace rural*. INRA éditions, AUPELF-UREF, 1997. 411 p.
- [15] VAN ITTERSUM, M. K.; VAN DE GEIJN, S. C. *Perspectives for Agronomy; Adopting Ecological Principles and Managing resource Use*. Developments in Crop Science 25. 1997. 366 p.
- [16] HATFIELD, J. C.; KARLEN, D. C. *Sustainable Agriculture Systems*. Lewis publisherss, 1994. 316p.
- [17] REIJNTJES, C.; HAVERKORT, B.; WATERS-BAYER, A. *Farminng for the Future (an Introduction to Low-External-Input and Sustainable Agriculture*. Macmillan, ILEIA, 1992. 250p.
- [18] ALTIERI, M. A. *Agroecology. The Scientific Basis of Alternative Agriculture*. Westview Press, IT Publications, 1987. 225p.
- [19] MANNION, A. M. *Agriculture and Environnemental Cvhange: Temporal and Spatial Dimensions*. Wiley, Chichester, 1995. 405 p.
- [20] LEIGH, R. A.; JOHNNSTON, A. E. *Long Term Experiments in Agricultural and Ecological Sciences*. CAB Interational, 1994. 428 p.

Commentaires

Sur l'analyse de conjoncture concernat *La place de l'agronomie dans la problématique environnementale*

Gilles LEMAIRE*, Jean-Marc MEYNARD**

En quoi les problématiques environnementales interrogent-elles l'agronomie?

Au sens étymologique, le terme agronome se réfère à l'ensemble des lois régissant la conduite des champs cultivés. Avant d'être une discipline scientifique, l'agronomie est donc un art et une pratique (au même titre que la médecine) visant à utiliser ces lois. Considérée comme discipline scientifique au sein d'un institut de recherche finalisée comme l'INRA, l'agronomie se définit par son objet d'étude qui concerne l'ensemble des problèmes posés par la conduite des champs cultivés. Il ne s'agit plus alors d'établir un recueil de l'état de l'art sur la conduite des champs cultivés, mais "d'établir un lien explicatif et prédictif aussi continu que possible entre les interventions culturales et les critères qui sanctionnent l'activité de production végétale: quantité et qualité des produits récoltés, coûts de production, effets sur le milieu cultivé et sur l'environnement" (J. Boiffin et G. Lemaire, 1992).

Si l'agronomie a pu pendant longtemps "ignorer" en grande partie les effets des conduites des cultures sur l'environnement et a privilégié, souvent de manière trop exclusive, l'étude de la production quantitative et de ses conséquences économiques directes au niveau de l'exploitation agricole, la demande actuelle de la société implique une prise en

compte plus équilibrée et globale de l'ensemble des effets de la conduite des cultures sur les différentes variables cibles. Cette approche, plus exhaustive et systémique de l'agronomie, ne remet aucunement en cause la définition générale que l'on en donne. Cependant, l'élargissement à une problématique environnementale clairement identifiée implique une prise en compte des variables d'entrée (modalités de conduite des cultures) et des variables de sortie (effets sur le milieu et sur l'environnement), sur des entités spatiales et temporelles plus englobantes que la seule "parcelle agricole" et la "campagne de culture ou la rotation culturale" demeurées pendant longtemps de cadre d'étude quasi de l'agronomie.

L'environnement dont il est question ici, d'est celui de l'Homme. Cet environnement n'est pas réductible à ce que les agronomes avaient pour habitude de qualifier de "milieu" (en anglais *environment* qui ne représente en fait que "l'environnement" de la communauté végétale cultivée pour sa production). L'environnement que doit ainsi prendre en compte l'agronomie peut être totalement étranger à son objet d'étude traditionnel et se situer à des échelles d'espace et de temps très éloignées: dépôts atmosphériques dans les massifs forestiers, pollutions et modifications des milieux aquatiques, qualité des eaux souterraines, évolution planétaire de la composition atmosphérique, écotoxicité des chaînes alimentaires, modifica-

* INRA Écophysiologie des plantes fourragères, 86600 Lusignan - lemaire@lusignan.inra.fr

** INRA Environnement et Agronomie, 78850 Thiverval-Grignon - meynard@inapg.inra.fr

tions de la biodiversité dans les écosystèmes, diffusion de transgènes au sein des populations naturelles...

De plus, l'agronomie doit prendre en compte les effets de sources de pollutions qui peuvent être générées en dehors de son domaine d'étude traditionnel et pour lesquelles l'agriculture joue un rôle de réceptacle ou de régulateur: recyclage de déchets urbains ou industriels, interactions avec la pollution atmosphérique urbaine.

L'activité de l'agronome engagé dans les problématiques environnementales exige donc un aller-retour entre les études au niveau de la parcelle agricole, entité spatiale élémentaire où se mettent en œuvre les interventions culturales, et des entités spatiales plus vastes, fonctionnelles par rapport aux problèmes industriels, l'espace périurbain, la zone par une réglementation environnementale ou des espaces aux contours mal définis, concernés par la diffusion d'un composé ou les déplacements de populations d'êtres vivants. Ainsi, de même que l'agronome ne peut prétendre à être le spécialiste de la "conduite du champ cultivé" indépendamment des spécialistes de "la gestion des exploitations agricoles", il devra s'associer aux spécialistes du fonctionnement des différentes entités spatiales pertinentes pour les variables environnementales qu'il aura à prendre en compte. L'agronomie doit donc se situer au carrefour de deux champs de compétences permettant d'identifier et de formaliser les deux "champs de contraintes" qui pèsent sur la conduite des champs cultivés: les contraintes de production agricole et leur sanction économique, et les contraintes environnementales. L'objectif assigné à l'agronomie est in fine de concevoir et d'évaluer des ensembles de pratiques agricoles (interventions culturales, itinéraires techniques, systèmes de culture) et leur disposition spatiale permettant de prendre en compte ces deux champs de contraintes et d'en concilier les objectifs parfois contradictoires.

De cet objectif général découlent, à l'interface entre problématiques de production et d'environnement, différents axes de recherche intégrés aujourd'hui dans les priorités du département Environnement Agronomie de l'INRA:

Bilan environnemental des systèmes de culture

Une évaluation de l'impact environnemental de la production agricole, aussi bien qu'une comparaison de systèmes de culture ou de filières doivent prendre en considération, dans l'esprit de "l'analyse du cycle de vie" mise en œuvre dans l'industrie, à la fois l'ensemble des paramètres environnementaux susceptibles d'être affectés, et l'éventualité de transferts de pollution entre les différentes étapes de la vie des produits (production, utilisation, destruction ou recyclage) ou les différents milieux (sol, eau, air).

Mise au point de systèmes de culture innovants, respectant des cahiers des charges complexes

Concilier compétitivité de l'agriculture et protection de l'environnement est, dans certains cas, considéré comme une gageure. En fait, il n'y a aucune solution générale à ce problème: il faut donner aux agriculteurs et aux agents de développement les moyens d'adapter les modes de production à la diversité des pédoclimatiques, des exigences du marché et des réglementations.

Maîtrise de l'agencement spatial des systèmes de culture

L'agencement des cultures et des successions dans l'espace relève aujourd'hui de choix individuels d'agriculteurs, souvent non concertés, et entraîne des effets non maîtrisés sur l'érosion, la propagation de maladies cryptogamiques ou, demain, la propagation de transgènes. Une meilleure connaissance des flux d'eau, d'éléments minéraux, d'êtres vivants entre parcelles, et des conséquences des modes de production sur ces flux, est nécessaire pour identifier les points clés de l'organisation spatiale des systèmes de culture devant faire l'objet de concertation ou de réglementations.

Évaluation des conséquences environnementales de réglementations

Pour estimer *a priori* les conséquences d'une réglementation, l'approche économique ne permet pas, à elle seule, d'inférer les relations entre techniques de production et environnement. Le couplage entre modèles agronomiques qui rendent compte des effets des techniques sur la production et l'environnement, et modèles économiques qui rendent compte du comportement des agents dans un contexte réglementaire donné, constitue un enjeu de recherche essentiel.

Dans ce cadre, il est nécessaire que l'indispensable approfondissement des connaissances sur les entités fonctionnelles que sont les peuplements cultivés, les sols et l'atmosphère, soit orienté et organisé de manière à pouvoir rendre compte "de manière aussi continue et explicative que possible" des effets des interventions culturales, non seulement sur la production agricole *per se*, mais sur les variables environnementales pertinentes. Il s'agit donc d'un point de vue très différent de celui qui a pu parfois prévaloir dans le passé, où l'on a restreint l'agronomie à son rôle d'utilisatrice de connaissances acquises par d'autres disciplines. Il s'agit de rendre explicite la prise en compte des interventions culturales dans l'ensemble des études relatives aux différentes entités fonctionnelles. C'est la signification majeure qui doit être donnée à la réunion en un seul département de recherche Environnement et Agronomie des trois anciens départements constitutifs de l'ancien secteur Milieu physique et Agronomie.

Un tel objectif implique qu'au niveau des méthodes, une large place soit dévolue à la modélisation; celle-ci intervient sous trois formes:

- modélisation conceptuelle permettant d'organiser les connaissances actuelles acquises sur le fonctionnement de différentes entités (plantes, peuplements cultivés, sols, systèmes hydrologiques, atmosphère...) en vue d'une explication des effets "multiples" induits par les interventions culturales et les modes de conduite des cultures. Cette approche de modélisation doit permettre d'identifier et de

hiérarchiser les fonctions et les interactions les plus pertinentes à étudier et les trous de connaissances à combler pour aboutir à une analyse satisfaisante du fonctionnement des systèmes de culture;

- modélisation prédictive du fonctionnement des parcelles cultivées et des systèmes de culture permettant de simuler et de quantifier à la fois les niveaux de production agricole (en quantité et en qualité) permis par la mise en œuvre de diverses modalités de conduite de culture, et les impacts environnementaux prévisibles. Cette quantification devra être effectuée en termes de risques économiques et de risques environnementaux en faisant intervenir la variabilité spatio-temporelle des contraintes du milieu physique, les aléas d'ordre socio-économique et l'incertitude liée aux erreurs du modèle

- modélisation pour l'aide à la décision. Il s'agit, non plus d'évaluer ou de prédire simultanément des sorties agronomiques et environnementales induites par des pratiques agricoles, mais de concevoir et d'évaluer des règles de décision qui permettent de mettre en œuvre des enchaînements logiques coordonnés d'interventions culturales ayant pour but de satisfaire à des cahiers des charges "économiques" et "environnementaux". La simulation permet, à coût limité, d'explorer des solutions innovantes et de concilier objectifs économiques et environnementaux parfois jugés, en première approche, inconciliables.

Ainsi, l'expérimentation "fisherienne", qui avait dans le passé acquis le statut d'outil privilégié de l'agronome, devient de plus en plus souvent une technique au service de la modélisation. On en attend une aide à formalisation de modèles conceptuels et l'estimation des paramètres des modèles prédictifs et des modèles d'aide à la décision. Les approches de terrain elles-mêmes sont moins exclusivement centrées sur l'expérimentation: l'étude de parcelles agricoles (enquête-diagnostic), seul moyen de hiérarchiser les facteurs déterminants de l'impact des systèmes de culture sur l'environnement, et de définir les gammes dans lesquelles leur effet doit être modélisé, est de plus en plus fréquente. De manière complémentaire, les expérimentations, au niveau

local, et les études *in situ*, au niveau spatial, restent en tout état de cause indispensables à la validation des modèles.

L'articulation modélisation-espérimentation-études *in situ* permet ainsi d'aborder les problèmes dans leur complexité, grâce au couplage des connaissances sur les processus physico-chimiques ou biologiques et sur les actes techniques. Ouvrir les boîtes noires permet d'enrichir la palette des solutions: ainsi, si l'on attribue la pollution d'une nappe à une culture précise, la seule solution est de

changer l'assolement, ce qui pose parfois des problèmes économiques ou organisationnels aux agriculteurs; si l'on identifie quelle technique, quelle interaction technique-milieu est à l'origine du problème, on peut tenter de le résoudre par un ajustement de la conduite ou de la localisation de la culture sans l'éliminer du paysage. Ainsi, le développement des problématiques environnementales accompagne, enrichit et accélère un renouvellement des méthodes de l'agronomie autant que des questions traitées par celle-ci.

Commentaires

Sur l'analyse de conjoncture concernant *La place de l'agronomie dans la problématique environnementale**

Dick MORRIS**

Problématiques et méthodes

En choisissant d'utiliser le terme "*problématique*", Benoît et Papy ont voulu montrer qu'ils traitent non d'un problème simple mais d'un ensemble de problèmes liés entre eux (Ackoff, 1974), ce qui est infiniment plus complexe. Etudier un tel ensemble de problèmes suppose évidemment de faire appel à des approches et des points de vue multiples, et les auteurs abordent le sujet avec une largeur de vue appréciable. Il est cependant possible que le titre soit, en lui-même, trompeur. Si la problématique environnementale est parfois considérée comme un des aspects de la science écologique, il faut toutefois

reconnaître que, de par sa nature même, elle relève de préoccupations humaines assez différentes. Si l'écologie s'intéresse aux processus de compétition, de flux énergétiques, d'évolution et d'extinction, elle ne se préoccupe pas explicitement de la valeur éthique des conséquences de ces processus. L'homme altère les conditions de vie des autres organismes et les ressources à leur disposition, mais ces changements ne sont pas qualitativement différents de ceux causés par des processus géochimiques ou par d'autres organismes. Pour autant que nous le sachions, l'homme est le seul à décider si ces changements sont bons ou mauvais et, partant de cela, à choisir de les considérer comme faisant partie de la problématique.

* Traduit de l'anglais para D.B. et Laurence de Bonneval.

** Faculty of Technology, The Open University, Walton Hall, Milton Keynes, MK76AA (Royaume-Uni) - mm2@tutor.open.ac.uk

Le même raisonnement peut s'appliquer à l'agronomie. Bien que l'agronomie intègre des éléments d'éthique, elle est encore souvent considérée comme une discipline, soumise à l'exigence d'objectivité scientifique. Aussi l'agronomie pourrait se situer dans cette problématique en tant que discipline scientifique, source d'information ostensiblement neutre. Le plus important ici est cependant la place de l'*agronome*, c'est-à-dire de celui qui doit pratiquer l'agronomie avec pour objectif d'aider à améliorer les conditions de vie des hommes ou d'éviter qu'elles ne se dégradent. Un tel recentrage du thème n'informe pas ce que Papy et Benoît ont écrit, mais il peut apporter quelques aperçus complémentaires.

Les auteurs identifient clairement les aspects essentiels de la problématique, notamment l'expression sociale des préoccupations relatives à l'environnement (pollution des ressources en eau, perte de diversité spécifique et des habitats, etc.) ainsi que l'idée, qui se généralise largement, que la durabilité est un critère important de toute activité humaine. Ces préoccupations sont apparues vers la fin d'une longue période qui a débuté en 1945, à un moment où l'augmentation de l'emploi d'intrants exogènes, de la taille des exploitations et de leur spécialisation est devenue le lot commun de la plupart des agricultures des pays d'Europe de l'Ouest et des USA. Ces évolutions font émerger de nouvelles questions sur la "durabilité" physique, dans la mesure où les pratiques actuelles reposent, à une échelle plus ou moins grande, sur l'utilisation de ressources non renouvelables. Les auteurs abordent, mais sans les développer, d'autres problèmes moins précis. Il y a toujours eu des changements dans les paysages, l'emploi rural ou la composition de la population rurale, mais la rapidité de ces changements et leur nature peuvent être acceptables ou non pour la société et, dans ce dernier cas, ces phénomènes deviennent alors socialement non viables.

La gamme de connaissances que les agronomes doivent mobiliser est rarement appréciée à sa juste valeur par leurs pairs des disciplines dites dures. Les agronomes travaillent déjà d'une manière véritablement interdisciplinaire, intégrant et interprétant

les connaissances produites par les sciences du sol, l'hydrologie, la climatologie, la physiologie végétale et animale, par exemple. Les modèles et les idées issus de l'écologie seront à l'avenir de plus en plus nécessaires aux agronomes qui sont également concernés par la gestion, l'économie et la sociologie. La montée des préoccupations environnementales dans le grand public s'est produite parallèlement (ou peut-être en opposition) à l'hégémonie grandissante du libre échange comme cadre politique. Les pressions qui s'exercent actuellement sur les décideurs dans le domaine de l'agriculture découlent de ces deux philosophies (quelquefois dissonantes) et de leurs interactions. Les agronomes de demain auront probablement à intégrer l'aspect politique comme élément majeur de leurs recherches.

Le hasard, le risque et l'incertitude sont une autre grande source de préoccupation. Si les risques sont parfois quantifiables, de très nombreux problèmes environnementaux comportent de façon inhérente des incertitudes qui ne peuvent être quantifiées. Même quand risque et hasard sont quantifiables, leurs perceptions et leur acceptation par le public peuvent s'écarter largement de celles des professionnels, ce qui peut être une source de conflits comme ceux que l'on observe à propos de l'introduction des organismes génétiquement modifiés en agriculture (Levidow et Carr, 1996). La gestion et l'interprétation du risque deviendront ainsi une composante importante de la mission des agronomes.

Les auteurs indiquent que le *système de culture* constitue un objet de recherche central pour l'agronome. Cette interprétation restrictive peut être valable si elle s'insère dans le cadre plus large de la recherche sur les systèmes de production. Cependant, on demande de plus en plus à l'agriculture de produire des externalités telles que des paysages ou des espaces de loisirs, et d'absorber les rejets potentiellement polluants produits par d'autres activités et par les zones urbaines. Les agronomes doivent élargir leur champ d'intérêt à ces "produits" ainsi qu'aux nouvelles techniques culturales au niveau de chaque parcelle et à des espèces considérées jusqu'ici comme

ne relevant pas de l'agriculture. Les limites des sujets d'étude de l'agronome devront être pour inclure par exemple l'ensemble d'un bassin versant ou d'un agro-écosystème, un système agricole ou encore un système de paysage.

Enjeux de recherche et prospective

Les priorités de la recherche agronomique sont tributaires, mais aussi, dans une certaine mesure, responsables des évolutions du nombre, des styles de vie et des attentes des sociétés humaines. A moyen terme, les orientations de la recherche seront principalement définies par ceux qui la financent et par ceux à qui elle est destinée. Les "clients" des agronomes ont d'abord été les opérateurs des systèmes de culture et leurs financeurs institutionnels, c'est-à-dire des organismes gouvernementaux. Mais aujourd'hui la recherche et l'expérimentation tendent de plus en plus à passer au secteur privé dans la plupart des pays européens, comme en Australie et aux USA. La conséquence en est que les programmes de recherche sont de plus en plus définis par ceux qui bénéficient financièrement de l'exploitation de leurs résultats. On le constate clairement dans le domaine des biotechnologies, qu'il s'agisse de la recherche proprement dite ou de son exploitation, et notamment pour l'utilisation de variétés aux herbicides. Cette technologie offre incontestablement de nombreux avantages au regard de la problématique environnementale, mais de nombreuses questions subsistent, notamment celle de savoir si cette recherche est orientée de façon appropriée. Certains, les militants écologistes en particulier, craignent que les retombées de ces avancées scientifiques ne profitent exclusivement aux grandes multinationales, tandis que l'environnement, les agriculteurs et les consommateurs en subiront les inconvénients. Dissiper cette idée ou convaincre que le pire ne se produira pas, tel est un des éléments à intégrer dans le réseau que devront construire les agronomes (nous y reviendrons plus loin).

Le développement d'autres techniques, notamment dans le domaine de l'information et peut-être

dans celui de la biochimie, est appelé à se poursuivre sans référence à leur intérêt immédiat pour l'agronomie. La rapidité avec laquelle l'agriculture a adopté, et même développé, de nouvelles techniques n'est pas près de se ralentir à court terme, et les agronomes devront donc rester vigilants vis-à-vis des opportunités offertes par ces nouveautés. En effet ces techniques peuvent être favorables à l'environnement tout en améliorant l'efficacité économique de l'agriculture. Une bonne illustration en est donnée par les possibilités qu'offre la combinaison du télé-enregistrement des données et d'une modulation localisée de l'application des intrants pour construire des *systèmes de culture* plus efficaces et plus précis (Blackmore *et al.*, 1995).

Les agronomes auront vraisemblablement à étendre leurs compétences et à réorienter leur effort de recherche pour assurer une meilleure gestion d'une gamme d'organismes et d'agrosystèmes plus large qu'à présent. De nombreux paysages pastoraux sont aujourd'hui considérés par le grand public comme une ressource esthétique ou culturelle, même si ce public n'est apparemment pas disposé à payer le coût de la sauvegarde des systèmes de production pastoraux qui ont créé ces paysages. Etudier et mettre au point des systèmes de gestion qui protégeront les paysages culturels à un coût acceptable, voilà un objet de recherche qui s'impose aux agronomes de façon urgente.

Construction de dispositifs de recherche et de réseaux

Le titre remanié que j'ai suggéré au début de ce commentaire, *La place de l'agronome dans la problématique environnementale*, peut nous être utile ici. Tout projet de définition du rôle des agronomes devra nécessairement se référer aux buts et aux objectifs assignés à l'agronomie. Si l'agronome considère ces buts comme établis, il sera nécessaire pour les atteindre de faire appel à une recherche "classique" prenant en compte des échelles très diverses allant du laboratoire jusqu'au paysage, comme le soulignent Papy et Benoît, et de collaborer avec des chercheurs

des disciplines avec lesquelles les agronomes n'ont pas l'habitude de travailler, notamment avec les écologues. Dans le passé, les écologues (du moins dans la tradition anglo-saxonne) ne se sont généralement pas intéressés aux espèces et aux écosystèmes agricoles (Holdgate, 1994). Mais des efforts commencent à être faits pour combler cette lacune, comme le montrent les travaux qui commencent à être publiés dans *Agriculture Ecosystems and Environment*, *Journal of Applied Ecology* et, dans une moindre mesure, dans *Agricultural Systems*. Il reste cependant encore quelques réticences chez les uns et les autres. Certains écologues considèrent toujours que l'agronomie et les agronomes refusent de reconnaître le rôle d'écosystèmes à haute valeur "naturelle" et la nécessité de les protéger et, pour certains agronomes, les écologues s'attachent de façon maladroite à des espèces dont la valeur économique est nulle, voire négative. Les modèles mathématiques extrêmement sophistiqués couramment utilisés aujourd'hui en agronomie comme en écologie peuvent fournir le moyen de relier les préoccupations des deux parties. C'est ce que laissent espérer certains articles publiés dans les revues citées plus haut ainsi que dans le *Journal of Environmental Management*, le *Journal of Environmental Planning and Management* et quelques autres. La pertinence pratique des tels modèles est toutefois encore débattue (Moxey and White, 1998).

Le besoin de dialogue ne se limite pas aux disciplines scientifiques. Le public attend de multiples services de l'espace rural et il n'est plus possible de soutenir que la recherche agronomique et le développement agricole ont encore comme unique et principal objectif la mise au point de techniques plus intensives ou moins coûteuses et leur transfert au monde agricole. De ce fait, les réseaux de recherche que doivent créer les agronomes ou auxquels ils doivent s'intégrer devront être plus ouverts et participatifs encore que par le passé et inclure des écologues, certes, mais aussi donner la parole à de nombreux autres acteurs (Ison *et al.*, 1997). Si ceux qui possèdent et ceux qui utilisent l'espace rural demeurent les acteurs principaux, tout comme leurs

clients et fournisseurs immédiats, il conviendra aussi de s'intéresser aux ménages agricoles, aux autres acteurs ruraux et aux consommateurs des produits et services de l'agriculture.

Les agronomes travaillent généralement à un bout de la chaîne de valorisation des produits traditionnels de l'agriculture. Les grands distributeurs ont une influence croissante sur toute la filière et leurs exigences affectent directement le travail des agronomes. Ces distributeurs doivent répercuter les exigences des consommateurs mais ils les influencent également. Il n'existe actuellement aucune institution ou structure correspondante pour exprimer les demandes du public vis-à-vis des biens et services non-marchands produits par l'espace agricole. L'intégration de ces préoccupations dans le travail des agronomes nécessitera la prise en compte de l'ensemble du réseau d'acteurs.

La gestion de tels réseaux est un travail en soi qui ne doit pas être fait de manière bureaucratique sous peine de se révéler improductif. Les projets environnementaux complexes ont plus de chance d'aboutir s'ils sont abordés de façon plus interactive et participative et font intervenir des acteurs locaux plutôt que les seuls institutionnels (Pretty, 1994). A moyen terme, la recherche agronomique devra probablement évoluer, passant d'une recherche *sur* les plantes cultivées, l'élevage et les systèmes de cultures à une recherche *avec* les différents acteurs présents sur une entité spatiale donnée (Ison, 1998). Les projets et réseaux de recherche dont le développement relève d'une perception partagée des besoins plus à même d'aborder des systèmes de problèmes que lorsqu'ils sont imposés. Dans ce domaine, on ne voit pas clairement ce que peuvent offrir les nouveaux moyens d'information. Internet est un réseau très sophistiqué mais les compétences nécessaires pour l'utiliser sont encore peu développées. Ce serait une erreur de considérer ces nouvelles technologies comme autre chose qu'un appui pratique aux moyens humains plus conventionnels de communication et d'interaction.

Le rôle des agronomes se trouve à un stade intéressant de son évolution. Leur travail évoluera certainement dans l'avenir, les éloignant probablement

de leur préoccupation actuelle pour les aspects techniques, même modifiée par la pression du social et de l'économie. L'agronome du futur sera plutôt un animateur du changement, qui aide à identifier des problèmes et à rechercher des solutions avec un grand nombre de partenaires, au bénéfice, non seulement des exploitants agricoles et de l'industrie agro-alimentaire, amis aussi de la société. Les agronomes

devront pour cela adopter de nouvelles façons de travailler et examiner les méthodes sur lesquelles s'appuie leur activité de chercheur. Cette réflexion est souvent écartée car jugée stérile et tautologique, mais le temps passé à une telle réévaluation devrait être très bénéfique. Cela permettrait au moins d'éviter le danger "de voir l'agronomie éclater", comme le disent Papy et Benoît.

RÉFÉRENCES

ACKOFF, R. L. The systems revolution. *Long Range Planning*, v.7, n.6, p. 2-20, 1974.

BLACKMORE, B. S.; WHEELER, P. N.; MORRIS, J.; MORRIS, R. M.; JONES, R. J. A. The Role of Precision Farming in Sustainable Agriculture: A European Perspective. In P.C. Robert, R.H. Rust & W.E. Larson: *Site-Specific Management for Agricultural Systems*. ASA, CSSA and SSSA, Madison, 1995.

HOLDGATE M., W. Ecology, development and global policy. *Journal of Applied Ecology*, v.31, p. 10-11, 1994.

ISON, R.; BLACKMORE, C (with the Course Team). Exploring the context of environmental issues and formulating problems and opportunities. Block 2, T 860. *Environmental Decision Making: a systems approach*. Open University, Milton Keynes, 1997.

ISON, R. L. The future Challenge: The Search for System. In D.L. Michalk & J.E. Pratley: *Agronomy-growing a greener future*. Proceedings of the Ninth Australian Agronomy Conference. Australian Society of Agronomy, Wagga Wagga, 1998.

LEVIDOW, L.; CARR, S. (ed.). Special issue on biotechnology risk regulation in Europe *Science and Public policy*, v.23, n.3, 1996.

MOXEY, A.; WHITE, B. NELUP: Some Reflections on Undertaking and Reporting Interdisciplinary River Catchment Modelling, *Journal of Environmental Planning and Management*, v.41, p. 397-402, 1998.

PRETTY, J. Alternative Systems of Inquiry for a Sustainable Agriculture. Institute for Development Studies. *Bulletin*, v.25, n.2, 1994.