# LA NOUVELLE MODERNITÉ : une agriculture productive à haute valeur écologique

par **M. Bernard Chevassus-au-Louis**

directeur de recherche à l'Institut national

de la recherche agronomique (INRA)

et président du Conseil scientifique du CIRAD

et **M. Michel Griffon**

conseiller du directeur général

du Centre de coopération internationale

en recherche agronomique pour le développement (CIRAD)

# Sommaire

INTRODUCTION

1. UN TRIPLE DÉFI :

PRODUIRE PLUS, PRODUIRE AUTRE CHOSE, PRODUIRE AUTREMENT

1.1. PRODUIRE PLUS : LE DÉFI QUANTITATIF
1.1.1. Produire des aliments
1.1.2. Produire de l'énergie
1.1.3. Une nouvelle rareté de l'espace ?
1.1.4. L'agriculture européenne sollicitée
1.2. PRODUIRE AUTREMENT : LE DÉFI DES MODES DE PRODUCTION
1.2.1. Les bases de l'agriculture dite « intensive » vont changer
1.2.2. Une alternative se dessine :
mieux utiliser les fonctionnalités écologiques des milieux cultivés

1.3. PRODUIRE AUTRE CHOSE : LES SERVICES ÉCOLOGIQUES
1.3.1. L'agriculture transforme depuis toujours les écosystèmes
1.3.2. L'agriculture peut détériorer le fonctionnement des écosystèmes
ou l'améliorer à son bénéfice

2. COMMENT GÉRER À LA FOIS LA PRODUCTION ET LES ÉCOSYSTÈMES ?

2.1. À L'ÉCHELLE DE LA PARCELLE, UNE TECHNOLOGIE ÉCOLOGIQUEMENT INTENSIVE
2.1.1. Le travail du sol
2.1.2. La formation du sol
2.1.3. La fertilité
2.1.4. La gestion des eaux pluviales
2.1.5. La structure et la gestion du peuplement végétal
2.1.6. La lutte intégrée contre maladies et ravageurs
2.1.7. L'adaptation génétique

2.2. À L'ÉCHELLE DES PAYSAGES : DES AMÉNAGEMENTS DESTINÉS À MIEUX GÉRER LES INFRASTRUCTURES ÉCOLOGIQUES

2.2.1. Les infrastructures écologiques de gestion de l'eau

2.2.2. Les infrastructures écologiques pour la gestion de la biodiversité

2.2.3. La recharge des écosystèmes en carbone

2.2.4. Redonner du sens aux paysages et à leur esthétique

2.2.5. L'innovation « en profondeur » : combiner les niveaux d'organisation

2.2.6. Intégrer les services écologiques

3. UNE CONDITION DE SUCCÈS : REPENSER LA RECHERCHE AGRONOMIQUE POUR ALLER VERS UNE AGRONOMIE « *INTÉGRALE* »

3.1. DES RÉALITÉS SOCIÉTALES AUX OBJETS DURS ET SANS HISTOIRE

3.1.1. Deux exemples de « traduction »

3.1.2. Les limites de la réduction des objets

3.2. ÉCOSYSTÈMES ET AGROSYSTÈMES : UN REGRETTABLE DIVORCE

3.2.1. Les multiples raisons d'une indifférence mutuelle

3.2.2. Les enjeux d'une « réconciliation »

3.3. LES DEUX PILIERS D'UNE « *AGRONOMIE INTÉGRALE* »

4. QUELLE GOUVERNANCE POUR UNE POLITIQUE DES AGRICULTURES ?

4.1. LA PRÉVISIBLE ÉROSION DU PREMIER PILIER

4.1.1. Les deux principes fondateurs du premier pilier

4.1.2. De nouveaux principes pour le soutien à la production ?

4.2. QUELS FONDEMENTS POUR UNE CONSOLIDATION DU SECOND PILIER ?

4.2.1. Une diversité de services

4.2.2. Les formes de l'intervention publique

4.2.3. Pourquoi une politique incitative ?

4.2.4. Des outils pour l'action collective

4.2.5. Dumping écologique et protection du « modèle européen »

4.2.6. Conclusion : un second pilier à conforter

### 4.3. Diversifier les niveaux d'action dans une logique de subsidiarité

### 4.4. Rendre l'initiative aux producteurs

### 4.5. Une nécessaire cohérence des politiques sectorielles

## CONCLUSION : UNE APPROCHE GLOBALE POUR UN DÉFI GLOBAL

## ANNEXE :

**Le Millenium Ecosystem Assessment (MEA)**

# INTRODUCTION

Les exploitations de grandes cultures, et plus largement l'agriculture française, ne connaîtront sans doute pas la *« fin de l'histoire »* qui leur semblait promise : c'est-à-dire de grandes exploitations fortement mécanisées, hautement productives et intensives en intrants chimiques[1]. Il semble, au contraire, que les grandes cultures devront faire face à des mutations afin de s'adapter à de nouveaux contextes qui s'affirment déjà :

- Hausse des prix de l'énergie
- Résistance des sociétés aux risques environnementaux liés à l'usage de molécules pesticides et aux menaces de pollutions chimiques
- Crainte de dommages irrémédiables infligés aux écosystèmes
- Ouverture internationale des marchés.

Dans ce contexte, le but de cet article est d'explorer ce que sera une agriculture devant, à la fois, s'adapter à ces nouvelles contraintes, produire des biens en grande quantité et diversifiés (alimentation, énergie, matériaux) pour faire face aux besoins et enfin, gérer les écosystèmes en fournissant des *« services écologiques »* indispensables à la société et à la viabilité de ces écosystèmes. Ceci amène à poser quatre questions fondamentales :

- Quelle sera la technologie nécessaire pour s'adapter à ce contexte ?
- Sera-t-il possible d'obtenir des rendements élevés et d'assurer une gestion durable des écosystèmes ?
- La recherche agronomique est-elle préparée à cette évolution ?
- Quelles seraient les orientations de politique agricole nécessaires afin d'opérer la transition dans de bonnes conditions pour les agriculteurs et la société ?

Les réponses à ces questions définissent ce que pourrait être une nouvelle révolution agricole, aussi importante que celle ayant fondé l'agriculture actuelle, et dont les prémisses se concrétisent déjà à travers de nombreuses initiatives, en France et dans le monde.

## 1. Un triple défi : produire plus, produire autre chose, produire autrement

### 1.1. Produire plus : le défi quantitatif

#### 1.1.1. Produire des aliments

À l'échelle de la planète, l'agriculture va devoir produire plus. La population mondiale va continuer de croître jusqu'à la moitié du 21e siècle et les projections de l'Organisation des Nations unies (ONU) montrent qu'elle se stabilisera aux alentours de 8,5 milliards d'habitants au moins jusqu'à la fin du siècle. Afin de réduire la sous-alimentation et diversifier l'alimentation dans une grande partie du monde, les besoins en productions végétales devraient augmenter plus vite que la population. En effet, il faut d'abord espérer que le nombre des sous-alimentés va progressivement diminuer, occasionnant un surcroît de demande. Ensuite, on observe une tendance universelle à l'augmentation de la consommation de viandes lorsque le revenu augmente. Or, la production de viandes nécessite de produire de l'alimentation animale sur des terres agricoles et ceci a un effet multiplicateur sur les besoins en terres cultivables[2]. Dans cette perspective, on estime qu'il faudra, à l'échelle mondiale, doubler la production entre 2000 et 2050.

1 - Dans cet article, nous traitons principalement du secteur des grandes cultures et nous ne faisons que des allusions à l'élevage car ce secteur mériterait un second article.

2 - À titre d'exemple, passer d'un régime alimentaire avec 10 kg de viande de volaille consommés par an (soit environ un régime sahélien) à 40 kg (régime médian mondial) entraînerait l'accroissement des besoins en production végétale d'environ 60 kg d'aliment *équivalent céréale* par personne et par an : c'est-à-dire une augmentation de + 30 %. Si ce régime carné était basé sur la viande de porc au lieu de celle de volaille, l'accroissement de consommation totale, en *équivalent céréale* par personne et par an, atteindrait environ 50 %. L'effet multiplicateur est donc important.

### 1.1.2. Produire de l'énergie

Par ailleurs, la demande de carburants issus de la biomasse va prendre de l'ampleur. Leur adjonction aux carburants fossiles utilisés dans les réservoirs des véhicules ne peut qu'augmenter. De ce fait, il faudra étendre les surfaces agricoles dédiées à cette production. Or, l'objectif de production de biocarburants entre en concurrence avec celui de la production alimentaire car les surfaces mondiales ne sont pas illimitées. Si, à l'horizon 2050 et en première estimation, la totalité des sols cultivables de la terre était utilisée pour l'alimentation et subsidiairement pour les biocarburants, l'agriculture planétaire ne pourrait quand même pas produire beaucoup plus que 15 % des besoins en biocarburants liquides[3]. Sachant qu'aujourd'hui, ceux-ci se situent principalement dans les pays industriels, alors même que ces derniers utilisent déjà une grande partie de leur espace productif, la situation de rareté de l'espace productif pourrait s'accentuer dans les prochaines décennies et créer une sollicitation forte (par les prix) afin que l'agriculture produise des biocarburants.

À ces besoins alimentaires et énergétiques s'ajoutent les demandes industrielles particulières qui pourraient également s'accroître : par exemple, en matière de bois de construction, de fibres isolantes ou de substrats biologiques pour des fermentations dans des bio-réacteurs. De plus, se font également jour d'autres besoins touchant l'agriculture puisque, dans toutes les régions très productives, le développement des villes et des transports finit par amputer une part significative de l'espace agricole. Enfin, l'extension des surfaces agricoles se trouve limitée par la protection des forêts.

### 1.1.3. Une nouvelle rareté de l'espace ?

Ainsi, au total et pour longtemps, l'agriculture sera appelée à produire davantage. Ce fait s'impose à toutes les agricultures du monde et d'abord à celle des pays en développement qui vont devoir faire face à l'essentiel de l'augmentation des besoins liée à la croissance démographique. Or, la distribution géographique de la population mondiale correspond mal à celle des potentiels de production. Le commerce international des produits agricoles devrait donc s'amplifier.

Deux régions représenteraient l'essentiel des importations alimentaires à long terme[4] :

- L'Asie qui a déjà occupé une grande partie de son espace productif agricole et atteint des niveaux élevés de rendement : il lui sera donc difficile de maintenir son effort productif au même rythme
- L'Afrique du Nord, le Moyen-Orient et l'Asie centrale qui ont également occupé leur espace productif disponible et sont largement tributaires de la ressource en eau, alors que celle-ci se fait rare.

Dans ce contexte, quelles seront les régions capables d'approvisionner les marchés à l'horizon de cinquante ans ? Pour la plupart des grandes cultures, il s'agit de trois grandes zones :

- D'abord le Brésil et l'Argentine car ils disposent de réserves foncières et d'avantages compétitifs importants : climat favorable, grandes structures d'exploitations, bonne organisation du marché, capitaux abondants, recherche et diffusion du progrès technique performantes

3 - D'après des données publiées dans M. Griffon. Énergie, *climat et besoins alimentaires*, in *Regards sur la terre ; l'annuel du développement durable* 2007, Presses de Sciences Po. Paris, 2006. Le raisonnement suppose que les populations consacrent en priorité l'espace cultivable à la production alimentaire, que des rendements raisonnables soient atteints compte tenu de toutes les contraintes biophysiques et de rareté de l'énergie fossile, puis que des surfaces importantes restent boisées au titre de la biodiversité. Le solde des surfaces existantes est consacré à la production de biocarburants sur la base des meilleurs rendements actuels. Le chiffre de 15 % donne donc un ordre de grandeur. Il signifie que les biocarburants produiraient 15 % des besoins en carburants liquides.

4 - *M. Griffon. Nourrir la planète, Odile Jacob, Paris, 2006.*

- Le Canada et l'Australie, même si leurs capacités d'accroissement des rendements sont plus limitées car ils ne bénéficient pas des mêmes avantages climatiques
- Les plaines d'Ukraine et de Russie qui disposent d'un potentiel important d'accroissement de l'offre, même si celui-ci ne s'exprime pas actuellement en raison d'une maîtrise difficile du fonctionnement des marchés[5].

Il faut cependant noter que l'élan productif et exportateur brésilien pourrait se trouver partiellement ralenti si le changement climatique (tel que décrit par l'IPCC[6]) se manifeste plus tôt que prévu. Par contre, les régions septentrionales de la planète, c'est-à-dire les grandes plaines du Canada, de la Russie et de la Chine du Nord, pourraient bénéficier de nouveaux avantages climatiques.

#### 1.1.4. L'agriculture européenne sollicitée

Les agricultures des pays industriels pourraient, elles aussi, être sollicitées afin de produire davantage : d'abord pour répondre à la croissance domestique des besoins énergétiques et, éventuellement, faire face à la demande accrue du marché mondial où les prix pourraient augmenter. Ces agricultures, qui se trouvent aux États-Unis et surtout dans l'Union européenne, ont, notamment en céréales et oléoprotéagineux, des niveaux moyens de compétitivité assez inférieurs à ceux de l'Amérique du Sud et des grands pays exportateurs actuels comme le Canada et l'Australie. Mais l'accroissement important des prix des matières premières agricoles sur les marchés internationaux leur permettrait d'être plus actives dans la compétition internationale.

L'Europe, en particulier pour le blé, dispose d'avantages de proximité de marché avec l'Afrique du Nord et le Moyen-Orient, une région dont le déficit céréalier pourrait dépasser les 200 millions de tonnes vers 2050. De plus, l'évolution générale des exportations européennes est à la spécialisation dans les produits à haute valeur ajoutée et vers la qualité. Ainsi, l'agriculture européenne devrait-elle bénéficier d'une demande plus importante et plus diversifiée que celle qui lui était promise avant l'avènement de la demande en biocarburants et avant que l'on ait pris conscience des limites physiques des possibilités d'extension des cultures à l'horizon 2050.

### 1.2. Produire autrement : le défi des modes de production

#### 1.2.1. Les bases de l'agriculture dite « intensive » vont changer

En France, depuis plus d'un demi-siècle, le secteur des grandes cultures a répondu à l'accroissement de la demande grâce à l'augmentation des rendements. Celle-ci a résulté d'un ensemble de techniques hautement productives : travail profond du sol et préparation appropriée du lit de semence, utilisation de variétés végétales sélectionnées, apport d'engrais issus de l'industrie chimique et utilisation fréquente de molécules chimiques de protection sanitaire, notamment herbicides, fongicides et insecticides.

Cette agriculture est couramment désignée comme « *intensive* » au sens d'intensive en intrants chimiques et en énergie. Le travail du sol, en particulier le labour, est en effet fortement consommateur d'énergie. Le coût des engrais repose essentiellement sur des dépenses en énergie, tant pour leur production (par exemple, les engrais azotés) que

5 - Certains opposent à ce raisonnement le fait qu'il existerait dans ces pays des réserves de productivité. Certes, celles-ci sont réelles, mais leur mise en œuvre réclamerait un accroissement notable des coûts unitaires de production et ceci contredirait la recherche de compétitivité, alors que les disponibilités en terre et en capitaux permettraient d'accroître les surfaces en agriculture extensive relativement compétitive.

6 - IPCC : International Panel on Climate Change. À paraître en 2007.

pour leur transport (par exemple, pour l'acheminement des réserves fossiles de phosphates jusqu'aux champs où ils sont épandus).

Cette technologie a permis d'obtenir des rendements très élevés. Or, à moyen et long termes, les bases physiques et économiques de ce choix technologique vont sans doute changer. La hausse du prix des carburants rend les coûts des opérations motorisées plus élevés, en particulier pour le travail du sol. Le prix des engrais azotés est fortement tributaire des cours du gaz naturel, qui suivent ceux du pétrole. Les phosphates et les potasses vont subir l'accroissement des coûts de transport. De plus, dans un raisonnement à long terme, il faut considérer le fait que les gisements planétaires de phosphate et de potasse sont limités et qu'une certaine rareté pourrait aussi faire monter les prix, parallèlement à l'évolution des cours du pétrole dans les cinquante ans qui viennent[7].

Outre les prix de l'énergie, une deuxième modification importante se dessine : celle d'un manque éventuel de molécules chimiques pour faire face aux maladies et aux ravageurs des grandes cultures. Certes, la prudence s'impose dans ce domaine. Néanmoins, il faut noter que la mise au point par les firmes agro-chimiques de molécules efficaces et sans danger reconnu pour l'environnement, ainsi que leur homologation demandent des investissements très élevés et des durées longues (environ une décennie). Pour ces entreprises, l'activité industrielle est donc risquée. Or, le risque de voir se réduire la durée de vie commerciale de la plupart de ces molécules existe, essentiellement pour deux raisons :

- La première est le risque, après quelques années de traitement, de voir apparaître de plus en plus fréquemment des résistances génétiques des maladies et des ravageurs concernés (champignons, insectes, adventices). Cette probabilité va en effet augmenter dès lors que, du fait de leur coût, ainsi que de la concentration des firmes agro-chimiques, le nombre de molécules disponibles se réduira et que celles-ci viseront un marché de plus en plus large.
- La seconde raison est la suspicion des consommateurs et des associations environnementalistes vis-à-vis d'éventuels effets négatifs et imprévus sur l'environnement, celle-ci entraînant une interdiction d'usage au nom du principe de précaution. Les procédures d'homologation risquent de devenir de plus en plus sévères et les mises en examen de molécules se multiplier car la suspicion s'affirme comme une tendance lourde.

Outre les prix de l'énergie et le risque d'un manque éventuel de molécules chimiques pour faire face aux maladies et aux ravageurs des grandes cultures, une troisième modification doit être envisagée : elle concerne la création variétale. Le phénomène de mondialisation conduit en effet à une concentration de plus en plus forte des firmes semencières. Les impératifs croissants de rentabilité des capitaux amènent celles-ci à se concentrer sur un nombre restreint d'espèces à large diffusion potentielle, puisque les coûts de développement d'une nouvelle variété sont similaires, quelles que soient les quantités commercialisées. Cette évolution est semblable à celle des médicaments humains ou vétérinaires : de nombreuses maladies sont « *orphelines* » et ne disposent pas de médicaments adaptés car elles ne représentent pas des marchés solvables suffisants. Elle pourrait donc toucher de nombreuses productions agricoles. De plus, comme pour les produits phytosanitaires, les réglementations de mise en marché pourraient se durcir et se complexifier (à l'image de ce qui se passe pour les organismes génétiquement modifiés) et accentuer ce phénomène de double concentration.

7 - Sur ce point, il faut cependant rester attentif aux études qui seront réalisées car les prospectives restent peu nombreuses et contradictoires. Les réserves de phosphate demeurent abondantes (quelques centaines d'années d'utilisation, au rythme actuel), mais les coûts d'extraction pourraient rapidement augmenter. Ainsi, selon des communications personnelles issues de travaux du BRGM, les réserves facilement accessibles au coût actuel ne permettraient-elles que quelques dizaines d'années d'extraction. De plus, les réserves mondiales sont fortement concentrées : selon l'*US Geological Service*, le Maroc et la Chine en détiendraient les deux tiers.

En résumé, pour les grandes cultures, disparaît la perspective de l'énergie bon marché et des ressources de fertilité illimitées, alors qu'apparaît une interrogation sur les bases mêmes de la technologie de protection phytosanitaire, voire, plus généralement, sur la poursuite d'un processus d'innovation fournissant régulièrement des intrants adaptés aux agriculteurs. Il est donc légitime de commencer à définir une agriculture plus économe en énergie et en matières chimiques (tout au moins, concernant les molécules posant problème) et assurant une utilisation plus durable des innovations dont elle dispose.

### 1.2.2. Une alternative se dessine : mieux utiliser les fonctionnalités écologiques des milieux cultivés

Aujourd'hui, pour répondre à cette situation nouvelle, la principale hypothèse alternative repose sur l'utilisation intensifiée des fonctionnalités naturelles offertes par les écosystèmes : ceci afin d'assurer le fonctionnement écologiquement durable des écosystèmes productifs et renouveler en permanence les ressources naturelles. Depuis longtemps déjà, existent des pratiques alternatives à la famille de techniques culturales caractérisée par le labour et les apports d'engrais chimiques et de traitements phytosanitaires.

Dans les régions du monde ayant connu de fortes érosions pluviale et surtout éolienne, ont été inventées les techniques de travail minimum du sol et même de non-travail, utilisant le *« semis direct »*. Ces techniques dites d'agriculture *« de conservation »* occupent aujourd'hui environ 95 millions d'hectares[8]. Elles ont souvent été développées aux États Unis, puis étendues en Argentine et au Brésil. En Australie, le semis direct est combiné à la culture de luzerne annuelle (*ley farming*) et l'élevage de moutons. Le semis direct se fait dans les résidus de récolte et dans des cultures de couverture de plus en plus diversifiées. En France, notamment dans les réseaux d'agriculture durable, sont expérimentés des mélanges de cultures intercalaires dont le but est d'assurer une couverture permanente du sol, un apport en biomasse pour la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique ou la constitution d'humus, puis la minéralisation. De nombreux essais sont conduits par le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad) dans des régions de petite agriculture à Madagascar, dans la péninsule indochinoise, au Brésil, en Amérique centrale et au Maghreb[9].De même, les systémes de culture nécessitant de nombreux traitement, notamment dans les régions tropicales, ont incité à développer la lutte biologique et la lutte intégrée[10] afin de limiter l'usage de pesticides. L'agriculture biologique utilise toutes les techniques possibles, hormis le recours aux pesticides. Il en a résulté de nouvelles approches comme, par exemple, l'usage « *intensif* » d'auxiliaires existants dans l'écosystème pour contrôler les invasions de ravageurs. La généralisation de cette démarche définit des techniques de maîtrise écologique des pathogènes.

C'est aussi un raisonnement écologique qui guide les projets de réaccumulation lente, systématique et ordonnée de l'eau dans les paysages, dans les régions sèches, en particulier au Sahel. Ces projets, dits de « *Gestion intégrée des ressources en eau* » (GIRE), réaménagent progressivement les bassins versants d'amont en aval, alors que la technique classique consistait à faire des barrages en aval afin d'ouvrir des périmètres d'irrigation.

Par généralisation du principe d'usage intensif des fonctionnalités des écosystèmes, se sont créés des concepts nouveaux tentant d'exprimer le fait que l'agriculture du futur s'inscrira de plus en plus dans

8 - Données du projet Kassa *(Knowledge assessment and sharing on sustainable agriculture)* - CIRAD.
9 - Ces expérimentations sont réalisées dans le cadre de l'UPR1 (SCV- Couverts permanents) du CIRAD.
10 - Combinaison de techniques de lutte biologique (utilisation d'un prédateur du ravageur ou d'un parasite du ravageur), de la résistance génétique des plantes aux ravageurs, des rotations culturales pour limiter les pullulations liées à telle ou telle culture et de la lutte chimique.

le fonctionnement des écosystèmes. Il s'agit en fait de définir une agriculture «*écologiquement intensive*», voire pour certains «*écologiquement raisonnée*». Cette perspective concrète a reçu l'appellation principale de «*Révolution doublement verte*»[11], «*Evergreen revolution*»[12], «*Agro-écologie*»[13] ou «*Éco-agriculture*»[14] . Ces termes recouvrent des travaux de recherche de plus en plus nombreux et diversifiés, touchant un grand nombre de situations écologiques et économiques. Le mouvement est donc en marche et ceux qui y participent le font avec une forte volonté de progresser. C'est pourquoi il est maintenant possible de parler de nouvelle modernité.

Conceptuellement, ceci conduit donc à envisager l'agriculture comme la partie productive contrôlée du fonctionnement des écosystèmes et, donc, à s'intéresser aux autres rôles que joue inévitablement l'agriculture dans les écosystèmes en les manipulant et en les contrôlant partiellement: c'est-à-dire la production de «*services éco-systémiques extra-agricoles*».

## 1.3. PRODUIRE AUTRE CHOSE: LES SERVICES ÉCOLOGIQUES

### 1.3.1. L'agriculture transforme depuis toujours les écosystèmes

L'activité agricole est inscrite dans le fonctionnement plus général des écosystèmes. Mais, en prenant de plus en plus de place dans ceux-ci et les paysages, elle les transforme au point qu'ils sont souvent qualifiés d'«*agro-écosystèmes*» ou d'écosystèmes cultivés. En Europe, la transformation des paysages est très ancienne et l'agriculture a cessé de s'étendre au détriment de la forêt puisque celle-ci progresse. Dans les pays où la production doit encore fortement augmenter pour faire face aux besoins, l'agriculture s'étend rapidement au détriment des paysages naturels et elle les transforme d'une manière souvent brutale: d'une forêt naturelle comme, par exemple en Amazonie, on passe directement à de grandes parcelles cultivées. Il en résulte généralement une dégradation rapide de la fertilité organique, un ruissellement accru des eaux pluviales, une vive érosion des sols, une dégradation du cycle de l'eau et l'installation progressive d'un processus de désertification. Par ailleurs, la monoculture monovariétale en grandes parcelles favorise la prolifération rapide de maladies et de ravageurs. Ce passage soudain d'un milieu écologique à un autre met bien en lumière l'ensemble des perturbations introduites par les grandes cultures et fait apparaître la fragilité des milieux d'origine, dès lors que certains aspects de la dégradation sont peut-être irréversibles.

Ce genre de bouleversements liés à l'extension de l'agriculture et, d'une manière plus générale, la progression des effets de la démographie humaine sur les écosystèmes ont amené la communauté internationale des chercheurs à faire une évaluation de l'état et de l'évolution des écosystèmes de la planète: le *Millenium Ecosystem Assessment*[15] . Ce travail, réalisé par un grand nombre de scientifiques spécialisés issus de nombreux pays, a confirmé le rôle central de l'extension de l'agriculture dans la transformation et la dégradation des écosystèmes. De plus, l'étude a révélé que, dans les sociétés, les agriculteurs sont ceux qui transforment le plus les écosystèmes et qu'ils interviennent dans un grand nombre de fonctionnalités de ces écosystèmes. Ils modifient ainsi les cycles de l'eau ou du carbone

11 - Cf. *Conway G. et alii., Sustainable agriculture for a food secure world*. CGIAR CIRAD Paris. 1994. Cf. aussi *Griffon M. (ed) Towards a doubly green revolution CIRAD Montpellier 1995 et Griffon M., Nourrir la planète op. cité.*

12 - Cf. Swaminathan M.S., *Sustainable agriculture: towards an evergreen revolution. Konark Publishers PVT Ltd. Delhi. 1996.*

13 - Une Unité de Recherche du Cirad dirigée par F. Forest et développant les travaux originaux de L. Séguy, est entièrement consacrée à cette orientation de recherche (*Cf. note 9*).

14 - Cf. McNeely J.A. and Scherr S.J. Ecoagriculture: *strategies to feed the world world and save the biodiversity. Island Press. Washington. 2003.*

15 - Lire en annexe, à la fin de cet article, la présentation du MEA. Cf. aussi, par exemple: *Vivre au dessus de nos moyens, Actifs naturels et bien-être humain, déclaration du conseil d'administration du MEA. 30 mars 2005. Version française*.

et de nombreux éléments minéraux et ils altèrent et font évoluer la diversité biologique… Il existe au total une quinzaine de grandes fonctionnalités dont la régulation dépend des choix techniques des agriculteurs[16] , sachant que leurs choix peuvent dégrader ou améliorer ces fonctionnalités. Nous allons donc analyser celles-ci.

### 1.3.2. L'agriculture peut détériorer le fonctionnement des écosystèmes ou l'améliorer à son bénéfice

Au sens très large, la fonction agricole est de produire des biens, qu'il s'agisse d'aliments issus des cultures et de la cueillette ou de l'élevage et de la chasse, d'énergie traditionnellement à partir du bois, de fibres textiles ou de bois pour la construction. Tous ces produits sortent de l'écosystème productif et entrent pour beaucoup dans l'espace de l'écologie urbaine et industrielle. De plus, l'écosystème productif maîtrisé par les agriculteurs produit de l'eau (issue du ruissellement, des sources et des nappes phréatiques), après que celle-ci soit passée dans les parcelles. Les prélèvements opérés dans l'écosystème (carbone, azote, phosphore, etc.) doivent être restitués pour assurer le fonctionnement durable des grands cycles « *bio-géochimiques* » de ces éléments qui constituent des ressources naturelles renouvelables. Sinon, une extraction longue sans compensation suffisante dégraderait la reproduction de la fertilité générale du milieu et de ses fonctionnalités.

La plus importante des fonctionnalités est celle qui constitue le cycle de base de la dynamique de la biosphère : c'est-à-dire, comme nous l'avons expliqué, la production de biomasse par les plantes sous l'effet du soleil, de l'eau et des éléments nutritifs, puis sa dégradation, son humification, sa minéralisation et enfin l'absorption de ses composés. Cette suite cyclique de réactions assure le maintien de la fertilité organique des sols et de leur structure. De plus, elle assure la base du fonctionnement de la biosphère.

Une autre fonctionnalité est celle permettant, sur une très longue période, d'entretenir le processus de formation du sol à partir de la roche mère et de son substrat afin de contrebalancer les pertes par érosion et dégradation de la structure.

Une autre fonctionnalité est la compétition entre plantes au sein d'un peuplement pour mobiliser l'énergie solaire et coloniser le sol par les racines : une compétition que l'agriculture règle en faveur des seules plantes cultivées au détriment des adventices présentes dans le milieu.

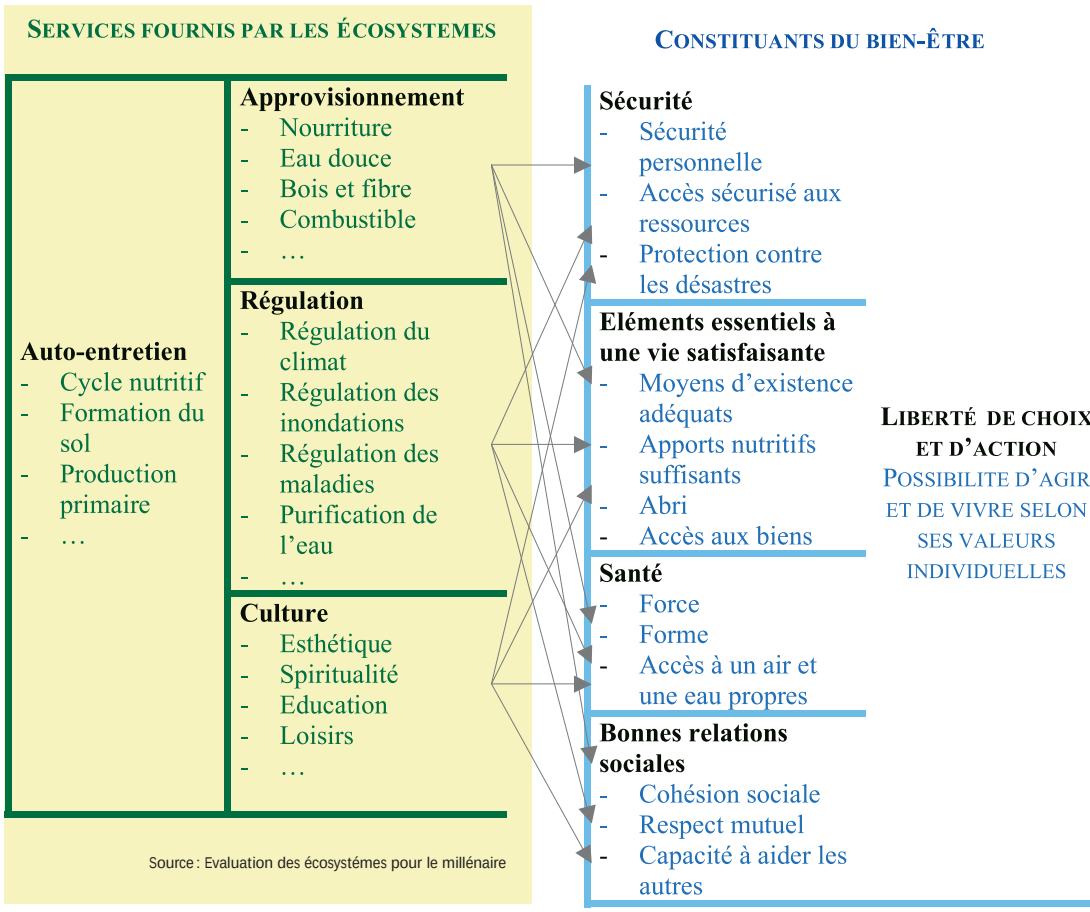
D'autres fonctionnalités, fort nombreuses, existent, comme les chaînes trophiques qui lient entre elles les plantes, les phytophages, les parasites et les maladies des plantes et des animaux, les prédateurs, etc. Ces chaînes (ou réseaux trophiques) sont fortement « *déformées et simplifiées* » par les grandes cultures, qui établissent des paysages où la diversité biologique est réduite. Autrement dit, l'agriculture modifie les fonctions de régulation des écosystèmes et des « *services* » qu'ils procurent aux sociétés. En voici quelques exemples :

- Par son intervention dans le cycle du carbone, l'agriculture contribue à l'effet de serre, mais aussi à son atténuation : le labour, le brûlis de pailles et des prairies, l'épandage d'engrais azotés, l'irrigation par inondation ou l'élevage des ruminants sont des activités émettrices de gaz à effet de serre. À l'inverse, la photosynthèse, donc la production de biomasse, contribue à séquestrer momentanément le carbone dans les plantes et leur dégradation contribue à le séquestrer plus durablement dans le sol, à condition que l'humus reste très présent.
- Le défrichement et le travail du sol diminuent la

16 - Cf. sur ce point, l'article fondateur de Costanza, R ., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton ,P. and van den Belt, M., 1997. *The nature of the world's ecosystem services and natural capital. Nature 387, p 253-260.*

« *rugosité* » du paysage et facilitent le ruissellement des eaux au détriment de leur infiltration et de la recharge des nappes phréatiques. Le cycle des eaux est ainsi accéléré et les paysages perdent progressivement une part significative de leur « *contenu en eau* ». Les crues peuvent être accentuées, provoquant davantage d'érosion, tout comme peuvent augmenter les pénuries d'eau dans les sols, faute d'infiltration suffisante et de recharge des nappes phréatiques. De plus, les surfaces agricoles en sol nu sont claires et plus réfléchissantes que les surfaces en végétation : elles modifient l'albédo [17] et ceci a un effet sur la distribution spatiale des pluies [18]. Tout au contraire, un aménagement approprié du paysage peut ralentir le cycle de l'eau. Par ailleurs, selon les techniques culturales utilisées, l'eau qui sort des agro-écosystèmes peut être plus ou moins filtrée et plus ou moins polluée.

## Liens entre les services des écosystèmes et le bien-être humain




17 - L'albedo désigne le rapport entre l'énergie solaire réfléchie par une surface donnée et l'énergie solaire incidente. C'est donc un nombre compris entre 0 (ce que l'on appelle un « corps noir ») et 1 (pour un miroir parfait). L'albedo vaut par exemple environ 0,8 pour la neige fraîche et 0,1 pour un sol sombre.

18 - Cette assertion est cependant encore discutée, sauf dans le cas des zones tropicales où les effets climatiques de la déforestation sont plus clairement enregistrés.

- La diversité biologique dans l'écosystème : considérant les trois niveaux classiques d'organisation de la biodiversité (diversité des espèces, diversité génétique au sein des espèces et diversité des écosystèmes et de leur peuplement), il apparaît que l'agriculture réalise souvent une *« triple réduction »*. D'une part, la monoculture réduit par définition la diversité des espèces dans les espaces cultivés. D'autre part, elle les ensemence souvent avec un petit nombre de variétés génétiquement homogènes, réduisant ainsi la diversité génétique cultivée[19]. Enfin, l'agriculture réduit également la diversité éco systémique lorsqu'elle se développe sur de grandes surfaces et élimine des unités écologiques comme des haies, des bosquets, des talus ou des mares. Outre son action négative sur la biodiversité des espèces considérées comme non directement utiles à l'agriculture, cette simplification peut avoir des effets néfastes pour l'agriculture elle-même : sensibilité accrue des agrosystèmes aux perturbations climatiques, maladies cryptogamiques ne trouvant pas de résistance génétique à leur progression ou insectes ne rencontrant plus d'ennemis naturels pour les contrôler, faute de diversité. À l'inverse, l'agriculture peut aussi conserver de la diversité biologique dans les paysages. Elle peut ainsi, par exemple, contribuer à la diminution du nombre d'insectes pollinisateurs ou en favoriser la multiplication.

Outre ces effets régulateurs des écosystèmes et de l'agriculture pratiquée en leur sein, les paysages qui en résultent produisent, eux aussi, des effets culturels. Les paysages sont porteurs d'une esthétique et certains lieux peuvent avoir un rôle spirituel, éducatif ou récréatif. Leurs fonctions sont donc nombreuses, tout comme les services que celles-ci procurent. Donnons là encore quelques exemples. Les écosystèmes cultivés fournissent d'abord des ressources essentielles pour le bien-être des sociétés : alimentation, eau potable, abris, vêtements ou énergie. Ils procurent de la sécurité alimentaire, sanitaire et en matière de limitation de certaines catastrophes. Ils ont aussi des effets sur la santé : pureté de l'eau et de l'air, contenu nutritionnel et propagation des maladies. Ils offrent enfin des options différentes en termes de degrés de liberté pour le futur selon que l'évolution qu'on leur a donnée est très contrainte ou offre des opportunités variées.

Au total, sur toute la planète, l'agriculture n'est donc pas une activité productive classique. C'est organiquement une activité de gestion de l'évolution des écosystèmes et les agriculteurs ne sont pas seulement des producteurs classiques. Ils sont aussi les principaux gestionnaires des écosystèmes. Dès lors, se pose une question : comment gérer à la fois la production agricole et les écosystèmes ?

## 2. Comment gérer à la fois la production et les écosystèmes ?

Est-il possible, en même temps, d'obtenir des rendements élevés et d'assurer la gestion durable des écosystèmes ? Est-ce contradictoire ou compatible ? Est-ce contradictoire au point où l'une des fonctions se réalise au détriment de l'autre ? Ou bien les deux fonctions sont-elles synergiques ?

Dans cet article, les réponses à ces questions (encore peu abordées par la recherche) seront ébauchées et limitées au cas des grandes cultures. Pour celles-ci, il est prouvé que les techniques dites intensives en énergie et en intrants industriels présentent des risques environnementaux. Renoncer totalement à ces techniques pour ne recourir qu'à des méthodes naturelles (comme le propose l'agriculture biologique) va fortement dans le sens d'une amélioration

19 - Même si des politiques de conservation des ressources génétiques sont mises en œuvre et préservent une diversité très supérieure à celle cultivée à un instant donné, l'action de l'agriculture sur la biodiversité se fera via la diversité génétique utilisée par les agriculteurs.

de l'environnement et de la sûreté des aliments, mais ceci se fait encore souvent au détriment des rendements. Par ailleurs, le label « *biologique* » n'assure pas une garantie totale de respect de l'environnement. Ainsi, par exemple, renoncer aux herbicides chimiques implique d'éliminer les mauvaises herbes par des voies mécaniques et donc de recourir au travail du sol et même quelquefois au labour : autrement dit, des techniques coûteuses en énergie, émettrices de gaz à effet de serre et peu respectueuses du fonctionnement biologique des sols[20].

Il faut donc rester prudent dans l'évaluation des gains potentiels, à la fois en matière de rendements et de services écologiques. C'est dans cet esprit de prudence qu'il convient d'inventer des techniques assurant une réelle compatibilité. Ces techniques de production écologiquement intensives s'appliquent aux parcelles cultivées, mais elles ne peuvent se concevoir qu'en interaction avec l'écosystème environnant qui, lui aussi, doit entrer dans le raisonnement et donc faire l'objet d'aménagements. C'est donc l'échelle des parcelles, celle des exploitations et les différentes échelles du paysage qui sont concernées. Pour commencer à répondre, nous allons donc étudier d'abord l'échelle des parcelles, puis celle des paysages.

## 2.1. À L'ÉCHELLE DE LA PARCELLE, UNE TECHNOLOGIE ÉCOLOGIQUEMENT INTENSIVE

Les techniques considérées correspondent aux diverses fonctionnalités des écosystèmes décrites plus haut et qui sont utilisées par l'agriculture.

### 2.1.1. Le travail du sol

La structure et les propriétés physiques du sol doivent faciliter l'installation et l'ancrage des racines des plantes cultivées, ainsi que la circulation des fluides et les échanges gazeux avec l'atmosphère. Pour ce faire :

- Les techniques séculaires préparent le sol par des actions mécaniques de détassement, mais celles-ci sont malheureusement coûteuses en énergie : retournement par labour, égalisation et hersage
- Les techniques alternatives de « *travail minimum* » ou de « *non travail* » sont principalement fondées sur l'action physique et chimique de la faune du sol (espèces de vers de terre, arthropodes, …), de la flore (champignons) et des très nombreuses bactéries. Les racines peuvent aussi jouer un rôle important, en particulier celles des plantes ayant un rôle structurant : par exemple, celles pouvant percer des horizons indurés.

L'intensification écologique consiste donc à favoriser l'activité de la phase biologique du sol en fournissant les intrants nécessaires à un fonctionnement amplifié de cet « écosystème-sol » (c'est-à-dire de la biomasse à décomposer) et à assurer les conditions optimales pour le déploiement de l'activité biologique : des conditions de température et d'humidité satisfaisantes pouvant être obtenues, par exemple, par des couvertures végétales épaisses et protectrices. Mais cela peut aussi être obtenu en utilisant opportunément des mélanges d'espèces végétales occupant simultanément ou successivement l'espace épigée et racinaire, qu'il s'agisse d'espèces annuelles de la strate herbacée ou de combinaisons entre espèces de la strate arborescente, arbustive et herbacée dans un système en agro-foresterie[21].

20 - Si l'agriculture biologique rencontre des problèmes de contrôle des adventices en grandes cultures, elle n'a pas ce genre de difficultés en maraîchage. Une agriculture biologique de grande précision y est possible car il est loisible d'intervenir à tout moment avec des méthodes mécaniques, sans accroître significativement la consommation d'énergie fossile (travail humain) ou altérer la fonction biologique des sols. De même, en arboriculture, le recours a des couvertures végétales permet de contrôler en grande partie les adventices. Les techniques de la « Révolution doublement verte » vont donc dans le sens de l'agriculture biologique, mais elles s'imposent moins de contraintes.

21 - Cf. Le dossier publié dans l'édition 2006 du DEMETER - Économie et stratégies agricoles et intitulé « Agriculture durable : faut-il repenser les systèmes de culture ? ».

### 2.1.2. La formation du sol

La formation des sols à partir de leur substrat est une fonctionnalité dont on peut estimer nécessaire et possible sur le long terme d'obtenir des améliorations. Les sols se forment à une vitesse «*géologique*», donc très lente, sous l'effet des caractéristiques du climat et de la végétation : entre autres, l'acidité produite par les racines des plantes. Ils subissent des pertes par érosion, mais aussi des gains grâce à des apports de matériaux externes et les produits de la décomposition de la roche mère. La pédogénèse, c'est-à-dire la formation des sols, est une science principalement développée dans un but de connaissance des phénomènes. Mais elle est rarement une science expérimentale visant à améliorer ceux-ci.

Les sols peu épais permettent aux racines, *via* leur flore bactérienne associée, de mieux profiter de l'altération des roches pour y trouver le phosphore et les cations basiques (Ca, Mg, K, Na, …) qui leur sont nécessaires. Dans les régions où les sols sont peu épais, la vie peut donc s'alimenter des roches en altération. Dans celles à sol profond et à lessivage important, les éléments peuvent migrer et la relation directe avec la roche mère est souvent interrompue. On pourrait s'interroger sur les possibilités d'influencer, par exemple, les processus d'altération de la roche mère afin de mettre en permanence, à disposition des plantes, des éléments nutritifs nouvellement mobilisables, en particulier en substitution des éléments issus de gisement fossiles limités.

### 2.1.3. La fertilité

En agriculture classique, la fertilité des sols est surtout conférée par les engrais minéraux. Dans une agriculture écologiquement intensive, différentes ressources fonctionnelles des écosystèmes sont utilisées systématiquement et en priorité :

- La minéralisation de la matière organique fournissant des éléments nutritifs
- La fixation symbiotique de l'azote fourni par des légumineuses
- La disponibilité du phosphore résultant de symbioses ectomycorhyziennes
- La capacité de plantes «*extractrices*» à enracinement profond de remonter des éléments issus des couches profondes du sol pour les fournir aux plantes cultivées
- Le recyclage, après traitement approprié, de résidus de culture et de déchets biologiques compostés provenant des zones urbaines et des industries.

Cette base de fertilité issue des fonctionnalités écologiques serait complétée par des apports d'engrais, pour autant que ceux-ci soient nécessaires et en vérifiant leur compatibilité avec les autres apports.

Au total, il existe des possibilités importantes de maintien de hauts niveaux de fertilité, voire, dans certains cas d'amélioration, en utilisant comme bases des techniques issues d'un fonctionnement intensif de mécanismes naturels. Il faut cependant rester encore prudent sur le niveau des performances possibles et sur leur durabilité car les connaissances manquent quant aux phénomènes physiques et biologiques en cause et leurs interactions. On sait, par exemple, que l'efficacité des associations entre graminées et légumineuses, liée à la fixation de l'azote atmosphérique par ces dernières, décroît fortement lorsque l'on apporte à la culture des engrais azotés. De manière générale, le pilotage de «*systèmes mixtes*», combinant facteurs endogènes et exogènes de productivité, constitue un défi important pour la recherche.

### 2.1.4. La gestion des eaux pluviales

La régulation de la disponibilité de l'eau en culture pluviale constitue une fonctionnalité essentielle. Pour obtenir de hauts rendements, les plantes cultivées doivent disposer de quantités d'eau suffisantes pendant toute la phase de croissance végétative. La disponibilité en eau dans les sols

des parcelles cultivées est donc essentiellement un problème de captage, de stockage et de conservation. Les techniques de captage sont nombreuses et bien connues. Pourtant, la rétention des eaux dans un écosystème, de même que leur régulation afin de favoriser l'infiltration et défavoriser le ruissellement sont souvent négligées. À l'échelle des parcelles, la conservation de l'eau pluviale peut être assurée par toutes les techniques de couverture du sol (vivantes ou mortes, naturelles ou artificielles) et par la constitution progressive d'une bonne structure physique facilitant la rétention, grâce à la présence d'humus riches notamment en polymères issus de la décomposition de la lignine. Les techniques de *mulching* à partir de bois raméal fragmenté[22] utilisées au Québec font l'objet d'études dans ce domaine[23].

### 2.1.5. La structure et la gestion du peuplement végétal

En agriculture classique, la compétition entre des plantes d'espèces différentes pour l'accès à la lumière et aux ressources du sol est une fonctionnalité naturelle qui est réduite à sa plus simple expression par le semis à haute densité d'une seule espèce et d'une seule variété, ainsi que par les traitements herbicides (même si ceci n'empêche pas toujours le développement d'adventices). On obtient ainsi un tapis végétal qui utilise de manière homogène l'espace cultivé et le temps de végétation. Il reste de la place et du temps pour la concurrence des adventices sur la parcelle avant et après le temps de culture, lorsque l'espace est inutilisé. Avec les techniques alternatives, l'espace et le temps de végétation permis par le climat sont utilisés en permanence. La régulation de cette compétition peut se faire par l'utilisation de fonctionnalités naturelles variées : cultures associées, anticipées ou dérobées, utilisation de plantes de couverture ou de couvertures mortes empêchant la germination d'autres plantes, exploitation dans le futur de l'agro-foresterie ou de l'allélopathie : c'est-à-dire la capacité de certaines plantes à empêcher le développement d'autres plantes dans leur environnement immédiat.

D'autre part, pour des raisons d'homogénéité des produits (date et facilité de récolte, composition, aspects, …), la sélection moderne a souvent privilégié la création de variétés constituées d'individus aussi similaires que possible, voire génétiquement identiques. Cette stratégie est cohérente avec la possibilité de fournir au peuplement végétal un environnement optimum, lui-même homogène dans l'espace et stabilisé dans le temps. Dès lors que l'on recrée dans l'agrosystème une certaine hétérogénéité des conditions écologiques (structure du sol, répartition de l'eau et des éléments nutritifs, etc.), il convient de s'interroger sur l'intérêt de mettre en place un peuplement végétal lui-même composite (variété / population, mélange raisonné de variétés, etc.), susceptible de mieux tirer parti des ressources du milieu, comme le montrent plusieurs travaux d'écologie expérimentale[24].

Cette approche n'est pas incompatible avec la recherche d'homogénéité pour certains caractères qui demeureraient importants pour la commercialisation des produits, mais elle incite à des recherches originales sur la constitution d'un peuplement végétal optimum, à partir d'une combinatoire de composantes et non à partir de la multiplication conforme d'un individu « *idéal* »[25].

22 - Le BRF (« bois raméal fragmenté ») est constitué de branches d'arbres de faible diamètre broyées mécaniquement.
23 - Cf. les travaux de G. Lemieux. Par exemple, Lemieux G., Tétreault J.P. 1994, Le bois raméal, le système humique et la sécurité alimentaire. Université Laval, Québec, 1994.
24 - Cf. par exemple, Zhu et al., 2000. « Genetic diversity and disease control in Rice ». Nature, 406 (6797), 718-722.
25 - De telles approches s'appliquent également aux troupeaux d'animaux et sont d'ailleurs souvent pratiquées par les pasteurs exploitant des parcours.

### 2.1.6. La lutte intégrée contre maladies et ravageurs

La lutte contre les maladies et les ravageurs, principalement les champignons et les insectes, peut se faire *via* les nombreuses voies qu'offre la lutte intégrée : utilisation judicieuse des rotations, mélange d'espèces et de variétés ayant des résistances différenciées à des maladies et ravageurs de manière à limiter les vitesses de pullulation, enfouissement de résidus contenant des ravageurs, pièges à phéromones utilisant la confusion sexuelle chez les insectes, substances naturelles insecticides, introduction d'insectes mâles stériles ou porteurs de gènes délétères, utilisation de virus et de bactéries contre des insectes ravageurs, lâchers de prédateurs et de parasites des ravageurs, épandage d'organismes phytophages détruisant sélectivement des mauvaises herbes ou utilisation des capacités allélopathiques de certaines plantes.

Les techniques sont potentiellement très nombreuses. On peut ajouter qu'une des futures clés de cette méthodologie de lutte est très certainement le recours à la diversité des méthodes de lutte elles-mêmes. En effet, pour contrôler, par exemple, un insecte ravageur, l'utilisation à très grande échelle de molécules insecticides ou de la résistance génétique dans le cadre d'un organisme génétiquement modifié (OGM) finira toujours par favoriser la sélection d'un ravageur résistant, puis sa prolifération. Au contraire, l'utilisation combinée de techniques peut réduire l'importance et la vitesse de progression des attaques, qu'il s'agisse de recourir à des molécules insecticides différentes ou à des OGM variés dans l'espace et dans le temps, à des variétés diversifiées (mélanges de variétés ayant diverses résistances) ou à des techniques biologiques toujours renouvelées, ainsi qu'à des traitements « *en mosaïque* » plutôt qu'uniformes et massifs. L'idée, qui n'est pas neuve, est que les plantes cultivées peuvent « *vivre avec* » leur pathosystème, à la condition de contrôler celui-ci plutôt que de l'éradiquer au risque de favoriser en permanence l'arrivée de nouveaux envahisseurs biologiques. Le fondement de cette idée est qu'il peut être préférable et plus commode de gérer des systèmes biologiques à haute diversité, mais plus risqué de gérer des systèmes à faible diversité.

### 2.1.7. L'adaptation génétique

L'agriculture moderne tend à vouloir faire intégrer aux plantes, éventuellement par manipulation génétique, tous les caractères pouvant permettre d'améliorer le rendement en jouant principalement sur deux registres :

- La capacité à utiliser efficacement des apports élevés d'intrants (eau, engrais), c'est-à-dire à présenter des « *courbes de réponse* » meilleures que celles des variétés traditionnelles. Ces adaptations se réalisent souvent *via* une meilleure aptitude à capter ces intrants (par exemple, grâce à un système racinaire superficiel développé) et à les investir dans les parties productives de la plante, en particulier les graines. De ce fait, la meilleure efficacité des intrants ne s'exprime souvent que pour des apports élevés, sachant que le phénomène inverse peut s'observer pour des apports faibles.
- L'élimination des bio-aggresseurs et des compétiteurs, *via* des résistances aux maladies ou des tolérances à des herbicides totaux ou sélectifs, cette stratégie ayant souvent, comme les approches chimiques, une durée limitée d'efficacité.

Dans une perspective écologiquement intensive, il serait au contraire possible de :

- Améliorer l'efficacité de la plante en matière d'utilisation des éléments nutritifs, de compétition avec les autres pour capter la lumière ou pour occuper le maximum d'espace racinaire, de sobriété vis-à-vis de l'eau, de résistance à la sécheresse, etc. C'est le domaine de l'amélioration génétique pour une adaptation à des caractères abiotiques.
- Raisonner l'impact des bio-aggresseurs et des compétiteurs en termes de tolérance plutôt que d'éradication, en améliorant la capacité de

compétition avec les adventices ou de maintien d'une production satisfaisante en présence d'insectes phytophages : ceci suppose de développer des conditions de sélection intégrant ces facteurs.

- Envisager l'optimisation de peuplements multi spécifiques en sélectionnant davantage sur les interactions positives entre espèces que sur les performances propres de chacune. De même que des lignées sont parfois sélectionnées sur la base des interactions génétiques favorables, observables lorsqu'on les croise (effets d'hétérosis), des espèces pourraient être sélectionnées sur la base des interactions écologiques favorables lorsqu'elles sont cultivées conjointement ou successivement. Cette question pose des problèmes théoriques et pratiques difficiles, mais elle peut représenter une opportunité de progression considérable et encore quasiment inexplorée.

Dans tous ces exemples, il s'agit, là aussi, de repérer des fonctionnalités existantes dans certaines plantes et permises par des gènes et de les transférer à d'autres plantes ou bien de sélectionner d'autres plantes sur des critères correspondant à ces mêmes fonctionnalités. Il n'existe donc pas, en théorie, d'opposition entre l'idée d'intensifier l'usage de mécanismes naturels et celle de transposer des caractères génétiques d'une plante à une autre, que ce soit par sélection assistée par marqueurs[26] ou par transgenèse.

## 2.2. À L'ÉCHELLE DES PAYSAGES : DES AMÉNAGEMENTS DESTINÉS À MIEUX GÉRER LES INFRASTRUCTURES ÉCOLOGIQUES

Le passage à une agriculture fondée sur une base écologique ne peut pas être envisagé uniquement à l'échelle des parcelles cultivées : ainsi, par exemple, les dynamiques des eaux, des épidémies ou des pullulations de ravageurs sont liées à des échelles plus vastes, caractérisant ce que l'on convient d'appeler les « *paysages* ». Le recours à des fonctionnalités écologiques conduit donc à gérer les écosystèmes à ces échelles dépassant celles des parcelles et des exploitations agricoles. Dans nombre de cas, une meilleure gestion des fonctionnalités écologiques suppose l'existence de ce que l'on peut qualifier d'infrastructures écologiques : c'est-à-dire d'un ensemble ordonné d'aménagements. Si ces infrastructures n'existent pas, la question de les constituer se posera. Il ne s'agira pas de refaire les paysages que le remembrement a effacés, mais de raisonner les aménagements afin d'optimiser la gestion écologique aux échelles des paysages, en cohérence avec les objectifs de production agricole.

### 2.2.1. Les infrastructures écologiques de gestion de l'eau

La dynamique de l'eau dans un espace donné est sans doute la fonctionnalité écologique la plus importante et elle se gère à l'échelle des bassins versants. Le contrôle de l'eau pourrait devenir de plus en plus nécessaire si, comme on peut le penser, l'évolution climatique conduit une partie importante du territoire national à subir des sécheresses à des niveaux variés de durée et d'intensité[27]. Outre celles déjà proposées plus haut, au niveau de la parcelle, les techniques de collecte, stockage, conservation et rétention de l'eau dans un bassin-versant sont nombreuses :

- La constitution de bosquets
- La plantation de haies
- La définition de parcelles en courbes de niveau
- Le reboisement ou l'enherbement des zones de pente

26 - Cette méthode est fondée sur l'identification de marqueurs moléculaires de l'ADN proches du ou des gènes que l'on souhaite introduire. Cela permet de suivre la réussite de la sélection sans avoir à tester les plantes à chaque génération

27 - Les dernières travaux du GIEC font apparaître un risque d'extension du climat méditerranéen à la presque totalité du territoire national à l'horizon de la fin du siècle (à paraître au premier semestre 2007).

- Le traitement des berges avec une végétation fixatrice
- La construction de petits ouvrages de rétention et de régulation.

De plus, la nécessité d'améliorer la qualité des eaux conduit aussi à aménager les paysages : par exemple, grâce à la mise en place de bandes enherbées en bordure des cours d'eau et de « *zones non traitées* ». En combinant des techniques à la parcelle et à l'échelle des paysages, l'idée est d'éviter les ruissellements catastrophiques, réduire l'érosion, limiter les crues et leurs dégâts, faciliter l'infiltration des eaux, permettre une humectation des sols et une disponibilité de l'eau plus longue pour les plantes, permettre une meilleure recharge des nappes phréatiques et augmenter la disponibilité des eaux dans les rivières afin de permettre l'irrigation en cas de nécessité. Il s'agit donc de « *recharger* » les écosystèmes en eau et d'améliorer leur « *contenu en eau* » afin d'en tirer des bénéfices productifs et environnementaux.

Cette optique de conservation des ressources en eau au sein des agrosystèmes fournit une alternative par rapport à une politique de grandes réserves, dont les coûts de mise en place et d'exploitation sont élevés et les impacts environnementaux parfois notables.

### 2.2.2. Les infrastructures écologiques pour la gestion de la biodiversité

L'agriculture contribue à fractionner les écosystèmes initiaux et à limiter les habitats des espèces : c'est-à-dire l'ensemble de l'espace et des ressources permettant leur subsistance et leur reproduction. La préservation ou l'amélioration de la biodiversité dans les zones agricoles dépend donc de la qualité des habitats pour les espèces que l'on veut protéger pour leur utilité agricole (par exemple, protéger les pollinisateurs) ou pour leur utilité générale, même si celle-ci est difficilement établie faute de connaissances.

Là encore, tout le paysage peut donc être concerné, dans toute sa variété : haies et bosquets pour la présence d'oiseaux et leur rôle dans la prédation d'insectes, couloirs écologiques pour élargir les habitats et « *défractionner* » les paysages, zones humides pour maintenir des milieux à grande biodiversité, rivières et ruisseaux comme ressource pour la faune, etc. La constitution de paysages en mosaïque, par exemple pour recréer des bocages dans certains milieux, peut aussi contribuer à l'amélioration de l'état sanitaire des cultures, en limitant les vitesses de propagation des maladies et des ravageurs. De même, l'agro-foresterie et les mélanges de cultures (comme, par exemple, la constitution de prairies associant un nombre important d'espèces compatibles et synergiques) peuvent accroître la biodiversité, tout en augmentant les capacités de production.

Le haut niveau de complexité des réseaux faisant circuler l'énergie, mais aussi l'information[28] , entre les espèces d'un écosystème explique le faible niveau de connaissances dans ce domaine. Cependant, quelques grandes lois émergent, montrant que les écosystèmes dotés de biodiversité sont plus productifs et plus résilients que les écosystèmes simplifiés.

Un autre point important pour la biodiversité est la nécessité d'organiser la mosaïque à différentes échelles spatiales : la diversité des habitats favorable à la micro-faune du sol se raisonne à l'échelle de quelques centimètres et celle permettant la conservation d'une population d'oiseaux aquatiques à l'échelle de plusieurs kilomètres. Il conviendra donc d'éviter une vision trop anthropocentrique des infrastructures écologiques et de la notion de « *paysage* », ainsi que de prendre en compte l'écologie particulière des différentes espèces.

28 - Cette vision d'un écosystème comme un réseau d'information est moins classique que celle des réseaux trophiques : c'est-à-dire des relations alimentaires entre espèces (herbivores, prédateurs…) assurant la circulation de l'énergie. Mais il est évident que l'échange de signaux visuels, tactiles et / ou chimiques entre espèces joue un rôle important dans la structure et les propriétés d'un écosystème.

### 2.2.3. La recharge des écosystèmes en carbone

La gestion des paysages, ainsi que les choix concernant les pratiques agricoles peuvent aussi contribuer à améliorer le bilan carbone. La recharge des sols en carbone sous forme d'humus constitue une amélioration aussi bien pour l'environnement global (séquestration cyclique du carbone) que pour la fertilité des sols. L'abandon du labour et des travaux du sol correspondants permet des économies en carburant fossile et la limitation des émissions de dioxyde de carbone suite à la perturbation de la biologie du sol. Le retour d'espaces boisés utiles permet de séquestrer du carbone pendant la période de croissance de la forêt et fournit une épargne sur pied aux propriétaires. Pour cette raison, l'agriculture (comme la sylviculture) devrait être un jour reconnue comme activité de limitation des émissions de gaz à effet de serre et entrer dans les mécanismes financiers prévus au protocole de Kyoto.

### 2.2.4. Redonner du sens aux paysages et à leur esthétique

L'aménagement et l'entretien des écosystèmes doivent ménager une esthétique des paysages qui est particulière à chaque lieu et qui soit de nature à mettre en valeur ses qualités intrinsèques. L'esthétique existe en soi, mais elle est aussi liée à la culture et aux pratiques locales. Chaque paysage est ainsi porteur d'informations pour qui sait les lire et les apprécier, qu'il s'agisse d'informations techniques, historiques, culturelles ou de souvenirs attachés aux lieux.

Les effets économiques de cette esthétique ne sont pas à négliger : parcours de promenade et d'apprentissage sur l'écologie, l'histoire et la culture locale, restauration associée aux promenades, construction de gîtes ruraux bénéficiant des nouveaux environnements visuels, activités organisées de pêche et de cueillette, etc. L'écotourisme constitue une opportunité de création de revenus locaux complémentaires.

### 2.2.5. L'innovation « *en profondeur* » : combiner les niveaux d'organisation

Nous venons d'examiner successivement deux niveaux d'organisation où peuvent se développer de nouvelles innovations :

- Celui des pratiques individuelles au niveau de la parcelle
- Celui des paysages et de leur organisation spatiale.

Cependant, il convient d'intégrer ces deux niveaux dans une conception que nous appellerons « *l'innovation en profondeur* », par analogie à la « *défense en profondeur* » : c'est-à-dire celle que les stratèges militaires définissent comme une série de défenses toutes imparfaites, mais conçues pour prendre le relais pendant un certain temps, lorsque la défense précédente a cédé. Ce concept résulte de la faillite observée de systèmes de défense concentrés et supposés invulnérables (ligne Maginot, mur de l'Atlantique), à l'abri desquels les autres capacités défensives ont assez naturellement tendance à se restreindre.

Il nous semble en effet que beaucoup d'innovations agronomiques se situent dans cette logique « *concentrée* ». Un herbicide « *total* » ou une variété génétiquement résistante à une maladie représentent des innovations qui doivent, à elles seules, apporter une solution. Les OGM « *de seconde génération* » (qui seraient, par exemple, résistants à la sécheresse ou à des sols salins ou susceptibles de corriger une carence alimentaire) se situent dans la même optique. De même, on peut déceler un phénomène similaire à l'affaiblissement des autres défenses : il est en effet possible, grâce à la protection des produits phytosanitaires, de sélectionner ou de cultiver des variétés à haut rendement, même si celles-ci sont sensibles aux

attaques des bio-agresseurs ou bien, grâce à une irrigation continue, de cultiver des espèces peu tolérantes à la sécheresse.

À l'inverse, la vision écologique permet de résoudre un problème par une combinaison de solutions «*imparfaites*» aux différents niveaux d'organisation : conférer à une plante une certaine tolérance aux bio-agresseurs, mais aussi organiser un peuplement végétal diversifié pour éviter leur propagation rapide, raisonner la mosaïque des cultures dans le temps et l'espace ou structurer le paysage pour entretenir une population d'auxiliaires constituent globalement des «*innovations en profondeur*» pour la défense des cultures. Nous avons vu précédemment des exemples similaires pour la gestion de l'eau, l'érosion des sols ou la conservation de la biodiversité.

Par rapport à des exigences environnementales fortes, cette conception évite de concentrer l'ensemble des contraintes sur un nombre réduit d'acteurs et permet au contraire d'inciter à des synergies entre de nombreux acteurs afin de produire ensemble un bien commun.

### 2.2.6. Intégrer les services écologiques

Il faut souligner ici une autre problématique globale : celle de l'intégration des services écologiques. Chaque service écologique conduit en effet à concevoir, dans un premier temps, des pratiques et des aménagements spécifiques : bandes enherbées et couverture des sols pour lutter contre l'érosion, jachères cynégétiques pour conserver le gibier ou apicoles pour nourrir les insectes pollinisateurs, haies, bosquets ou mares pour abriter oiseaux et amphibiens, etc. Il est évident que l'ensemble de ces exigences ne saurait être aisément pris en compte sur un même territoire. Il convient donc d'élaborer un génie écologique «*de deuxième génération*», identifiant les complémentarités ou les incompatibilités entre ces différentes options et capable de concevoir un aménagement écologique intégré, incluant également les attentes culturelles et esthétiques vis-à-vis de ce territoire. Comme le souligne en effet Henri Décamps[29], un aménagement écologique du paysage ne sera durable que s'il est socialement approprié par ceux qui y vivent et contribuent à le modeler par leurs activités.

En conclusion, une agriculture «*écologiquement raisonnée*» semble loin d'être impossible, et ce d'autant plus que c'est la tendance principale vers laquelle celle-ci semble désormais évoluer. Néanmoins, beaucoup reste à faire pour parvenir au succès. Beaucoup de techniques à utiliser doivent être précisées et nombre d'autres sont à inventer. Quant aux politiques d'accompagnement, elles doivent, elles aussi, être repensées.

## 3. Une condition de succès : repenser la recherche agronomique pour aller vers une agronomie «*intégrale*»[30]

Pour cerner les adaptations que devra réaliser la recherche agronomique afin de relever ces nouveaux défis, il nous semble nécessaire de revenir sur la manière dont le «*système de recherche et développement*» spécifique à l'agriculture s'est structuré durant la seconde moitié du 20e siècle. Cette structuration a été réalisée en s'appuyant sur des principes explicites ou implicites que nous nous proposons d'identifier et d'analyser :

- Dans un premier temps, nous souhaitons montrer que ces principes ont représenté des ruptures plus ou moins brutales avec les pratiques

29 - Descamps H., Descamps O. Au printemps des paysages. Buchet Chastel Ecologie. p217

30 - Cette partie reprend des éléments de la conférence «Refonder le recherche agronomique», prononcée à l'Ecole Supérieure d'Agriculture d'Angers le 27 septembre 2006.

antérieures du monde agricole et ont effectivement permis l'adaptation rapide de l'agriculture aux enjeux de la période

- Dans un deuxième temps, nous développerons l'idée que ces principes ne sont plus adaptés aux enjeux de l'agriculture du 21e siècle, dans les pays développés ou dans le contexte plus général de l'alimentation mondiale : d'où la nécessité de refonder le système de recherche agronomique sur de nouveaux principes, constituant globalement un nouveau « *paradigme* », que nous proposons de qualifier d'« *agronomie intégrale* ». Nous centrerons notre analyse sur deux points : l'un portant sur les relations entre sciences agronomiques et sciences sociales et l'autre sur le clivage entre agronomie et écologie.

## 3.1. DES RÉALITÉS SOCIÉTALES AUX OBJETS DURS ET SANS HISTOIRE

Le premier aspect de la recherche agronomique « *moderne* » que nous souhaitons mettre en lumière est celui de la simplification progressive des questions posées car celle-ci a conduit à transformer, de manière plus ou moins perçue par les chercheurs, des réalités sociales complexes en objets souvent mono-disciplinaires et susceptibles d'être traités par les seules sciences « *dures* » et expérimentales (physique, chimie, physiologie, etc.). Il nous semble intéressant de commencer par donner quelques exemples de cette « *traduction* » qui « *substitue à une réalité complexe et énigmatique une réalité plus simple, manipulable, mais qui demeure néanmoins représentative* »[31].

### 3.1.1. Deux exemples de « *traduction* »

Le premier exemple de traduction réductrice est celui de l'échange de reproducteurs, une pratique courante entre éleveurs[32]. Ces échanges s'inscrivent à l'évidence dans une dynamique sociale complexe, faite de reconnaissance mutuelle et de renforcement des solidarités face aux aléas de l'avenir. Même limité à sa seule dimension biologique, cet accueil de reproducteurs extérieurs implique un jugement sur leurs caractères sanitaires, comportementaux (insertion dans le troupeau, aptitude à la monte…), voire sur des aspects esthétiques et émotionnels permettant à l'éleveur de fonder ce choix capital d'un « *bon* » reproducteur. La réduction de cette complexité, *via* l'insémination artificielle et le calcul de la seule « *valeur génétique* » des reproducteurs pour un nombre restreint de caractères, a éliminé la plupart de ces aspects. Le reproducteur, qui ne pénètre désormais dans les élevages que sous forme de paillettes congelées, est réduit à un simple index abstrait, un nombre sans dimension permettant seulement d'estimer le surcroît de performances techniques ou économiques du troupeau que cette insémination va générer. L'essentiel des travaux de la recherche agronomique s'est donc focalisé sur l'amélioration de cet index.

Le second exemple est celui de l'alimentation, une réalité accompagnée dans toutes les civilisations d'une multitude de traditions, de rites, d'interdits et de symboles qui font de la quête et de la consommation d'aliments l'un des actes majeurs de la vie d'une société. Quatre étapes peuvent être identifiées dans le processus de réduction de la complexité :

- La première est le passage de l'alimentation à l'aliment, considéré comme l'objet le plus important du processus. Ce passage permet une « *désocialisation* » de la question et, de ce fait, l'élaboration de connaissances plus générales, non liées aux multiples contextes culturels.
- La seconde est la décomposition de l'aliment en nutriments (lipides, protéines, glucides, sels minéraux), pouvant faire l'objet d'études séparées visant à définir leur fonction spécifique. Elle

31 - M. Callon, P. Lascoumes, Y. Barthe, 2001. « Agir dans un monde incertain ». Ed. du Seuil, Paris.
32 - Il serait possible de faire une analyse similaire pour les échanges de semences entre agriculteurs.

permet ainsi de formuler de manière rationnelle les besoins alimentaires en «*besoins quotidiens*», par exemple en protéines ou en acides gras essentiels.

- La troisième réduction est rendue possible par la décomposition de ces nutriments complexes en entités élémentaires (acides aminés, sucres simples), censés représenter les produits ultimes de la digestion et donc les «*véritables*» aliments de nos cellules. Il est ainsi possible de comparer et d'évaluer des sources nutritionnelles variées en utilisant comme dénominateur commun leurs apports en termes d'acides aminés essentiels ou d'énergie, voire de les compléter par des produits de synthèse plus ou moins conformes aux molécules naturelles.
- Ainsi, peut intervenir la quatrième étape : comme l'a proclamé en 1896 le chimiste Marcellin Berthelot[33], l'aliment, décomposé en éléments simples et en énergie, devient le domaine de la chimie qui annonce en même temps la fin de l'agriculture : «*C'est là que nous trouverons la solution économique du plus grand problème peut-être qui relève de la chimie, celui de la fabrication des produits alimentaires. ( … ). Un jour viendra où chacun emportera pour se nourrir sa petite tablette azotée, sa petite motte de matière grasse, son petit morceau de fécule ou de sucre, son petit flacon d'épices aromatiques, accommodés à son goût personnel ; tout cela fabriqué économiquement et en quantités inépuisables par nos usines*».

Cette démarche de simplification des objets s'est imposée en apportant la preuve de son efficacité. Les gains de production, liés au recours à l'insémination artificielle par des taureaux évalués sur les performances de milliers d'apparentés, sont apparus spectaculaires par rapport à ce que permettait le simple échange de reproducteurs entre troupeaux proches. De même, l'utilisation des aliments «*composés*» est devenue incontournable dans les élevages hors-sol ou en complément de l'alimentation herbacée des ruminants.

### 3.1.2. Les limites de la réduction des objets

Quelles limites est-il aujourd'hui possible de percevoir dans ce processus de «*réduction*» ? Quatre aspects nous semblent devoir être soulignés :

- Le premier est celui de la «*désocialisation*» des objets : c'est-à-dire l'élimination des processus sociaux qui leur sont associés et qui expliquent leurs usages dans différents contextes. De ce fait, les sciences sociales ne se sont guère mobilisées dans l'analyse *a priori* du «*cahier des charges*» de nouvelles innovations. Elles l'ont, par contre, fait lorsque les innovations issues des seules sciences biotechniques semblaient se heurter à des réticences, voire à des refus d'utilisateurs. On leur demande alors d'étudier (voire d'améliorer) «*l'acceptabilité sociale*» de ces innovations et elles refusent généralement de le faire en revendiquant l'autonomie de leurs problématiques et en dénonçant le risque d'instrumentalisation de leurs disciplines. Néanmoins, lorsqu'elles le font, elles jouent le rôle de «*médecin légiste*», explicitant trop tardivement les causes profondes de l'échec observé et celles-ci apparaissent alors, *a posteriori*, prévisibles. Cette dissymétrie de posture entre des sciences considérées comme «*innovantes*» et d'autres comme «*critiques*» conduit également les sciences biotechniques à privilégier l'aspect «*innovant*» et à ne pas accorder suffisamment d'attention au développement de méthodes d'évaluation et de suivi des éventuels impacts sanitaires ou environnementaux de leurs innovations. La faible priorité accordée jusqu'à récemment à des disciplines comme la toxicologie, l'éco toxicologie où l'épidémiologie au sein de la recherche agronomique illustre ce

33 - Berthelot M., 1896. «Science et morale». Ed. Calmann-Lévy, Paris, 518 p.

point de vue. En lien avec cette désocialisation, la non-perception par la recherche de ce que la société considère parfois comme des «*transgressions*» peut conduire à des divorces profonds entre la recherche et les citoyens. Pour ne prendre qu'un exemple, le fait de recourir à des protéines animales pour assurer aux ruminants un apport alimentaire équilibré en acides aminés a été considéré comme «*naturel*» par les scientifiques, alors que de nombreux consommateurs ont été horrifiés d'apprendre que l'on avait «*rendu les vaches carnivores*».

- Le second aspect est celui de l'élimination de la dimension historique des phénomènes, qui conditionne souvent les propriétés d'un système à un instant donné. Si l'aliment n'a pas d'histoire, le mangeur en a une, débutée à sa naissance et même durant la gestation. Celle-ci va conditionner ses goûts et ses comportements alimentaires et le conduira à définir ce qui lui semble bon pour lui, quoiqu'en disent les nutritionnistes. La célèbre phrase de Claude Lévi-Strauss, «*pour qu'un aliment soit bon à manger, il faut qu'il soit bon à penser*» ne s'applique pas qu'à des tribus lointaines et les chercheurs en alimentation humaine considèrent aujourd'hui que la mise en place effective de politiques alimentaires est d'abord conditionnée par la prise en compte et la compréhension de tels facteurs. De même, comprendre les conflits actuels autour du maïs génétiquement modifié dans le Sud-Ouest de la France implique d'étudier la longue histoire locale de cette plante «*étrangère*», depuis son introduction au 16e siècle jusqu'aux débats des années cinquante sur les maïs hybrides[34]. Le maïs est en effet fréquemment accusé d'être la cause de maux divers et mystérieux (diarrhées, dermatites, folie, épuisement des terres, etc.) et ces inquiétudes s'expriment en termes similaires aux 18e et 19e siècle pour les maïs classiques, puis au 20e siècle pour les maïs hybrides, accusés de ne pas nourrir les volailles et de donner la peste aux cochons. Il est clair que le débat sur le maïs OGM réactive aujourd'hui ces thèmes récurrents. Espérer résoudre les conflits en améliorant la construction génétique utilisée (élimination des gènes de résistance aux antibiotiques, précision sur le nombre et le lieu des sites d'insertion dans le génome) serait faire preuve d'un «*biologisme*» naïf.
- La troisième limite de cette réduction apparaît lorsque l'on cherche à «*reconstruire*» ou à manipuler un objet complexe à partir des connaissances acquises sur ses composantes élémentaires jugées les plus pertinentes. L'exemple de la nutrition «*synthétique*» illustre ce propos : même en connaissant les besoins élémentaires en acides aminés, en acides gras ou en minéraux, le résultat des aliments synthétiques peut varier grandement selon la manière dont leurs composés sont réassociés. Plus récemment, le fait de ne pouvoir se contenter de considérer un organisme génétiquement modifié comme la simple addition d'une construction génétique parfaitement définie et d'un génome «*familier*» est apparu de plus en plus évident et il amène à approfondir des questions complexes, telle celle de la stabilité du génome face à une perturbation. L'adage selon lequel «*le tout est plus que la somme des parties*» se révèle souvent fondé et oblige à considérer comme une véritable opération de recherche la réinsertion d'entités élémentaires «*optimisées*» dans un système plus large.
- Enfin, cette focalisation sur un aspect restreint d'une réalité complexe peut conduire à une perception biaisée et à la surestimation des améliorations réalisées. Pour reprendre la question de la valeur énergétique des aliments, il est indéniable que les recherches en nutrition animale ont permis de produire des aliments dont le «*rendement énergétique*» (c'est-à-dire

34 - Sur ce sujet, cf. Maryse Carraretto, 2005. Histoire de maïs. D'une divinité amérindienne à ses avatars transgéniques. Editions du CTHS, Paris.

le rapport entre l'énergie qu'ils contiennent et celle effectivement utilisée par l'animal) a été considérablement amélioré. Mais, en considérant le système alimentaire des pays développés de manière plus globale et en estimant la quantité totale d'énergie dépensée pour disposer de notre ration calorique quotidienne, il apparaît que la situation s'est en fait considérablement dégradée. Les systèmes agricoles traditionnels, fondés sur l'agriculture manuelle et la consommation de proximité, avaient, par nécessité, un bilan énergétique positif puisque, pour perdurer, ils devaient fournir au moins autant de calories alimentaires qu'ils en consommaient pour produire ces aliments. À l'inverse, on estime que les systèmes alimentaires modernes consomment cinq à dix fois plus de calories qu'ils n'en apportent dans notre assiette [35].

## 3.2. Écosystèmes et agrosystèmes : un regrettable divorce

Le second volet de notre analyse portera sur les relations entre agronomie et écologie. Contrairement à une idée répandue, l'écologie n'est pas une science récente. Elle a été définie en 1866 par le zoologiste allemand Ernst Haeckel comme la science qui étudie « *les conditions d'existence des êtres vivants et les interactions de toute nature qui existent entre ces êtres vivants et leur milieu* ». Ses principaux concepts ont été définis dès la fin du 19e siècle [36], en même temps que se développaient les sciences agronomiques [37]. Des interactions fécondes auraient donc été possibles dès cette époque. Cependant, l'essor de l'écologie s'est fait de manière très peu interactive avec l'agronomie, voire avec des interactions conflictuelles, comme, par exemple, la dénonciation des méfaits de l'agriculture productiviste par les écologistes. Il faut donc comprendre les raisons de ce clivage.

### 3.2.1. Les multiples raisons d'une indifférence mutuelle

Vu du côté de l'écologie, le manque d'intérêt pour les « écosystèmes modifiés » résulte à notre avis de plusieurs facteurs :

- La biodiversité des « *écosystèmes modifiés* » est relativement faible et ce phénomène a été en s'accentuant. Leurs espèces sont « *banales* » et, de plus, souvent introduites et domestiquées, alors que les écosystèmes naturels, en particulier tropicaux, apparaissent beaucoup plus attractifs pour les systématiciens soucieux de poursuivre le « *grand inventaire* » des espèces, mais aussi pour des écologistes cherchant à comprendre les relations multiples, en particulier trophiques, entre l'ensemble de ces espèces.
- Ces « *écosystèmes modifiés* » sont considérés comme « *loin de l'équilibre* », les pratiques agricoles (labours, semis, fertilisation, désherbage, etc.) déstabilisant de manière répétitive la dynamique des biocénoses [38]. L'idée que les écosystèmes naturels étaient, à l'inverse, des systèmes à l'équilibre ou tendant vers cet état a longtemps prévalu. De plus, ces états d'équilibre étaient considérés comme des optimums « *fonctionnels* », résultant de co-adaptations complexes entre l'ensemble des espèces de la biocénose.

35 - Ces calculs intègrent la consommation d'énergie des entreprises agricoles (carburants des machines, chauffage des serres, électricité, …) qui sont les seules recensées dans les statistiques agricoles, mais aussi celles des entreprises d'amont (production d'engrais, de machines agricoles, d'aliments composés, …) et d'aval (transport et transformation des produits, conditionnement, stockage, …), ainsi que la dépense énergétique des ménages liée à l'alimentation (transport, congélation, cuisson, ...). Cf. notamment M. Giampetro, S.G.F. Bukkens, D. Pimentel, 1994. « Models of energy analysis to assess the performance of food systems », Agricultural Systems, 45 (1), 19-41 et la présentation générale de F. Ramade, 1991. « Eléments d'écologie. Ecologie appliquée », p. 482-488, Ed. McGraw-Hill, Paris.

36 - Pour ne citer que quelques concepts-clés : notions de biocénose (Möbius, 1877), d'écotone et de climax (Clements, vers 1900), de niche écologique (Grinnel, 1917) de biotope et d'écosystème (Tansley, 1935).

37 - Selon le ROBERT, le terme « agronomie » est apparu en français en 1798 et celui de « zootechnie »en 1842. Souvent considéré comme le premier traité d'agronomie, l'ouvrage d'Olivier de Serres, publié en 1600, était intitulé « Le théâtre d'agriculture et de mesnage des champs ».

38 - La biocénose désigne l'ensemble des organismes, animaux, plantes et micro-organismes, vivant dans un écosystème donné.

- Enfin et surtout, les «*écosystèmes modifiés*» sont «*anthropisés*» et cette omniprésence de l'homme, longtemps considéré par l'écologie occidentale comme extérieur à la nature, suffit à les disqualifier aux yeux d'une science ambitionnant d'étudier les lois régissant le fonctionnement d'une nature «*vierge*». Ce n'est qu'assez récemment que l'évolution des concepts de l'écologie l'a conduite à s'intéresser à la nature «*ordinaire*», aux espèces banales et auxécosystèmes anthropisés[39].

À ce désintérêt des écologues, a répondu une égale indifférence des agronomes à leur égard. Outre le fait que l'écologie s'intéressait à des systèmes exotiques et peu anthropisés qui pouvaient sembler non pertinents pour la conduite des champs et des pâturages, deux autres facteurs nous semblent avoir influé sur cette attitude :

- Le premier est l'ambition des sciences agronomiques d'apparaître comme des sciences «*dures*» et de se rapprocher du sommet (ou de la base) de la fameuse pyramide d'Auguste Comte, qui faisait dépendre le progrès des sciences «*du complexe et du particulier*», comme la biologie et surtout la sociologie, des acquits et des méthodes des sciences «*du simple et du général*», chimie, physique et, *in fine*, mathématiques. Cet attrait pour les sciences dures, fondées sur des démarches expérimentales rigoureuses et permettant l'acquisition de savoirs de portée générale, explique sans doute aussi le phénomène précédemment décrit de «*désocialisation*» des objets de la recherche agronomique et le manque d'intérêt pour les fondements évolutifs, donc contingents, des processus biologiques.
- Un second facteur, plus culturel, nous semble à avancer, quitte à paraître quelque peu provocateur. Il s'agit du clivage institutionnel, pédagogique et professionnel (particulièrement marqué dans notre pays) entre le «*monde*» des ingénieurs et le «*monde*» universitaire :
  - Le monde des ingénieurs est en effet logiquement dominé par un souci d'efficience et d'opérationnalité : un savoir fondé sur des lois empiriques, mais robustes, reliant une variable d'action à un résultat et permettant d'agir de manière déterministe sur la réalité apparaît légitime, même si ces lois sont fondées sur des modèles de «*boîte noire*»[40] assez peu explicatifs. Ce mode de pensée privilégie des relations linéaires[41], seules susceptibles de se combiner de manière prédictive afin d'évaluer l'effet de différents facteurs étudiés séparément. C'est dans ce monde que se sont développées, notamment en France, les sciences agronomiques. L'autre approche, celle des vétérinaires, aurait pu contribuer à enrichir les concepts de l'agronomie du fait de sa forte proximité avec la culture et la tradition médicale. Mais cette approche est surtout restée cantonnée au champ des maladies animales et les trois grandes révolutions de la zootechnie (alimentation rationnelle, maîtrise de la reproduction et amélioration génétique) se sont développées en dehors d'elle[42] .
  - À l'opposé, le monde de l'Université est celui de l'analyse et de la compréhension des processus, de la description fine des phénomènes. Les préoccupations d'opérationnalité restent très secondaires par rapport à ce souci d'intelligibilité. La description qualitative ou quan-

39 - Cf. pour une analyse plus détaillée de cette évolution : B. Chevassus-au-Louis, R. Barbault et P. Blandin, 2004. «Que décider ? Comment ? Vers une stratégie nationale de recherche sur la biodiversité pour un développement durable». In : «Biodiversité et changements globaux. Enjeux de société et défis pour la recherche». Sous la direction de Barbault R. et Chevassus-au-Louis B., pp. 192-223. Ed. ADPF, Ministère des Affaires étrangères, Isbn 2-914935-27-7.

40 - On désigne ainsi des modèles permettant de prédire un phénomène à partir de variables déterminantes (par exemple, la croissance d'une plante en fonction de l'énergie solaire qu'elle reçoit), mais sans connaître les mécanismes rendant compte de cette relation.

41 - C'est-à-dire dans lesquelles existe une relation simple de proportionnalité entre le facteur manipulé (dose d'engrais, irrigation…) et son effet (rendement, qualité…).

42 - Sur les vétérinaires et la zootechnie, cf. en particulier Landais E. et Bonnemaire J., 1996. La zootechnie, art ou science ? Entre nature et société, l'histoire exemplaire d'une discipline finalisée. Le Courrier de l'environnement INRA, n° 27.

titative d'un réseau trophique ou d'un cycle bio-géochimique[43] est appréciée au regard de la finesse et de l'originalité de l'analyse, indépendamment des possibilités éventuelles de manipulation des phénomènes pouvant en découler. Un tel contexte est, à l'évidence, beaucoup plus favorable au développement de visions systémiques, reliant par des liens multiples et complexes (faisant souvent appel à des relations non-linéaires) les différentes composantes d'un ensemble et s'éloignant de ce fait de représentations causales et déterministes simples. C'est ce monde qui, parfois difficilement car le poids des sciences dures s'y faisait également sentir, a cultivé les disciplines écologiques et fait évoluer leurs concepts.

### 3.2.2. Les enjeux d'une «*réconciliation*»

Quelles que soient les raisons de ce clivage, il a eu, à notre avis, des conséquences néfastes sur la recherche agronomique en la privant d'un certain nombre d'apports conceptuels ou d'analyse critique de ses options[44] . Nous en donnerons trois exemples relatifs aux enjeux que nous avons évoqués en matière d'intensification écologique de l'agriculture.

- Le premier concerne l'attitude vis-à-vis de la diversité biologique. Alors que la nécessité de prendre celle-ci en compte à tous ses niveaux d'organisation[45], afin de comprendre la dynamique du vivant, s'imposait peu à peu aux sciences écologiques et que le rôle déterminant de cette diversité dans la productivité, la résilience et les capacités évolutives des écosystèmes était mis en évidence, le statut de cette diversité apparaissait beaucoup plus ambigu dans les sciences agronomiques :

- D'un côté, le fait que l'agriculture d'Europe occidentale se soit en grande partie construite en explorant et en exploitant la diversité des espèces des autres continents et le fait que la diversité génétique au sein de ces espèces constitue une «*matière première*» indispensable pour créer de nouvelles variétés constituent des évidences intégrées par les sciences agronomiques et traduites par diverses initiatives d'identification et de conservation de ces ressources génétiques. Mais, de l'autre, l'idée que ces ressources devaient être conservées en dehors des agrosystèmes et que la spécialisation des exploitations sur une seule espèce, représentée par un petit nombre de variétés, était un gage d'efficacité, s'imposait dans le cadre de la priorité donnée aux économies d'échelle par rapport aux économies de gamme[46].

- Un autre élément, qui nous semble expliquer cette attitude ambiguë vis-à-vis de la diversité biologique, est la volonté, déjà évoquée, des sciences agronomiques de se rapprocher des sciences «*exactes*». Dans les sciences de la matière inerte, la notion de diversité est en fait souvent assimilée à celle d'imprécision des observations réelles du phénomène étudié. La répétition des observations a pour but de mesurer «*l'erreur-standard*», afin de fournir une estimation de la précision de la mesure réalisée. Mais il est implicite que, par exemple dans un atome, tous les protons mesurés ont «*en réalité*» la même masse. Par analogie, considérer la variabilité biologique comme la manifestation imparfaite d'un «*type idéal*» permet de se réclamer de cette vision.

43 - Par exemple, le cycle du carbone ou de l'azote à travers leurs formes organiques (associées au vivant) ou minérales et leur circulation entre le sol, les eaux et l'atmosphère.
44 - Pour un développement sur l'intérêt de l'approche écologique en agriculture, cf. J. Weiner, 2003. «Ecology - the science of agriculture in the 21st century». Journal of Agricultural Science, 141, 371-377.
45 - C'est-à-dire au sein des individus, entre individus, populations, espèces, biocénoses.
46 - L'économie d'échelle est basée sur les gains liés à l'augmentation des quantités produites d'une production donnée. C'est le modèle de la monoculture. L'économie de gamme exploite au contraire les complémentarités entre des productions diversifiées sur une exploitation, comme dans la polyculture - élevage.

Cette idée platonicienne se retrouve en particulier chez le naturaliste suédois Carl Von Linné qui affichait un mépris évident, encore partagé par certains systématiciens, pour la diversité intraspécifique.

- Deuxième exemple, celui des «*services écologiques*». Alors que les écologues s'intéressaient à la diversité des fonctions des écosystèmes (contribution aux grands cycles bio-géochimiques, régulation du climat, lutte contre l'érosion, conservation de la biodiversité, etc.), les agronomes se focalisaient sur l'aptitude des agrosystèmes à produire des biens commercialisables par l'agriculteur. D'un côté, l'accent était mis sur des biens publics (car bénéficiant plus ou moins directement à un grand nombre d'individus) et non-marchands (c'est-à-dire ne donnant pas lieu à des transactions commerciales). De l'autre, la production de biens privés et marchands représentait l'étalon d'efficacité. De plus, cette différence de vision sur la «*valeur*» desécosystèmes s'accompagnait d'une perception très contrastée des échelles de temps à prendre en compte. En effet, la dynamique des grands cycles bio-géochimiques, la formation des services écologiques sont des processus s'inscrivant dans des pas de temps parfois très longs: l'énergie fossile ou les ressources de calcaire ou de minerais exploitées aujourd'hui se sont formées il y a des dizaines, voire des centaines de millions d'années. À l'inverse, même en intégrant des préoccupations de rotation des cultures, l'agronomie vise une optimisation de la production sur une période de quelques années et la pratique des forestiers, raisonnant leurs activités à l'échelle du siècle, est perçue comme la limite de l'anticipation possible. C'est pourquoi la parution des travaux du Millenium Ecosystem Assessment [47] montrant, avec des méthodes d'estimation sans doute discutables, que la valeur économique des biens non-marchands produits par les écosystèmes était très largement supérieure à celle de leurs biens marchands et que, de plus, la «*mise en valeur*» d'écosystèmes naturels (transformation d'une forêt primaire par la sylviculture, aquaculture de crevettes en zone de mangrove, ...) se traduisait par une diminution de la valeur totale des biens qu'ils produisaient, a eu un effet déstabilisant considérable sur la vision «*productiviste*» des sciences agronomiques.
- Dernier exemple de ce clivage entre écologues et agronomes: celui des «*variables de forçage*» des agrosystèmes. Le fait que le développement des sciences agronomiques se soit déroulé dans un contexte de réduction accélérée du coût de l'énergie [48] et d'une augmentation concomitante de la rémunération du travail humain [49] a fait que le recours massif à une énergie fossile bon marché, sous différentes formes (engrais, mécanisation, irrigation, séchage, etc.) a constitué le principal facteur d'augmentation de la productivité des agrosystèmes. Cette vision «*énergétique*» a conduit à négliger l'approche «*informationnelle*» proposée par l'écologie et prenant en compte les multiples signaux (visuels, tactiles, chimiques) qui circulent entre individus d'une même espèce ou d'espèces différentes et qui permettent à un écosystème de s'adapter à des perturbations, comme les attaques par un ravageur, les évènements climatiques extrêmes ou l'introduction d'une nouvelle espèce. À ce clivage conceptuel a également correspondu un fort cloisonnement de l'espace entre ceux à vocation «*productiviste*» et ceux

47 - Cf. l'Annexe en fin de cet article. Pour des informations détaillées, www.milleniumassessment.org

48 - Selon l'Association pour l'étude des pics de production de pétrole et de gaz naturel (ASPO - www.aspofrance.org), le prix actualisé, en dollars 2003, du baril de pétrole brut est passé de 90 dollars en 1860 à moins de 20 dollars dès le début du 20e siècle, puis aux environs de 10 dollars à l'aube du choc pétrolier des années soixante-dix - quatre-vingts.

49 - Il est, par exemple, possible de calculer que le coût de l'énergie d'origine humaine, qui a été à la base de tous les systèmes agricoles et l'est encore dans la majorité des pays, serait aujourd'hui, dans les pays occidentaux, plus de 100 fois supérieur à celui de l'énergie fossile: un kilowattheure «*fossile*» coûte environ 0,1 €uro alors que sa production rémunérée par l'homme reviendrait de 30 à 40 €uros.

à vocation «*protectionniste*». La montée des préoccupations écologiques s'est traduite par la délimitation d'espaces «*protégés*», comme les parcs nationaux ou les réserves naturelles, cette «*concession*» permettant de poursuivre les activités agricoles dans les autres espaces, selon le mode usuel. Initialement considérée par les écologistes comme adéquate, cette stratégie de partage de l'espace a peu à peu révélé ses limites, qu'il s'agisse de la capacité d'espaces restreints à conserver durablement des espèces ou de la mise en évidence des impacts inévitables des activités humaines sur ces espaces «*protégés*»[50]. Le constat que les enjeux de protection de la nature se jouent désormais dans la nature «*ordinaire*» est aujourd'hui partagé par un nombre croissant de personnes soucieuses du devenir de notre planète[51].

## 3.3. Les deux piliers d'une «*agronomie intégrale*»

Au fil de notre analyse ont été progressivement profilés les contours d'un nouveau paradigme, plus systémique et unificateur, fondé sur l'intégration et la réconciliation entre sciences agronomiques, sociales et écologiques, afin de faire de ce triptyque le fondement d'une nouvelle agronomie[52]. Comme nous l'avons vu, ces trois ensembles ont été caractérisés au cours du 20e siècle par un triple clivage :

- Entre agronomie et sciences sociales, *via* la «*désocialisation*» des objets étudiés
- Entre agronomie et écologie, comme nous venons de le détailler
- Entre sciences sociales et écologiques, lié à la représentation occidentale d'un hiatus homme - nature et à la volonté de l'écologie d'étudier des phénomènes «*naturels*», donc non perturbés par l'homme.

Cependant, comme cela a été montré, des éléments favorables au rapprochement de ces pôles existent, tels l'intérêt croissant de l'écologie pour des milieux hétérogènes, intégrant des activités humaines ou le nouveau regard de celle-ci sur le rôle des perturbations et sur la nature ordinaire, *via* notamment l'écologie du paysage. De ce fait, interagir avec les sciences sociales afin de comprendre la dynamique de ces paysages, le rôle des différents acteurs et leurs conséquences apparaît indispensable. De même, l'agronomie est maintenant convaincue de la nécessité d'intégrer les concepts de l'écologie pour construire cette révolution «*doublement verte*»[53] que nous avons présentée. Enfin, dès lors que celle-ci (à la différence de la révolution verte) ne proposera pas un modèle unique, mais devra se construire localement, en intégrant la diversité des contextes économique, écologique, social et culturel, elle conduira nécessairement l'agronomie à «*resocialiser*» ses objets afin de les appréhender dans leur globalité et leur spécificité locale.

C'est pourquoi, en référence au mouvement de l'art «*intégral*» (qui vise, à la fois, à associer différentes disciplines artistiques et à réinsérer l'art dans le quotidien des activités humaines), nous proposons de qualifier cette nouvelle agronomie d'«*intégrale*». L'avenir nous dira quel sera le succès de ce néologisme, sachant que celui-ci résidera non dans son intégration dans les discours, mais dans sa capacité à promouvoir effectivement les changements de pratiques qu'il préconise.

50 - Le développement de certaines espèces invasives dans des zones protégées serait ainsi lié à l'augmentation des apports de nitrates par les pluies. Cf. par exemple, R. Bobbink et al, 1998. «The effects of air-borne nitrogen pollutants on species diversity in natural and semi-natural European vegetation». J. of Ecology, 86, 717-738.

51 - Cf. par exemple l'ouvrage collectif : «Pour la Biodiversité. Manifeste pour une politique rénovée du patrimoine naturel» Ed. A.Venir, Paris.

52 - De nombreux éléments enrichissant cette analyse se trouvent dans l'ouvrage de Bernard Hubert (2004) «Pour une écologie de l'action», Ed. ARGUMENTS, Paris, ainsi que dans le rapport collectif (sous la direction de Jean Boiffin, Bernard Hubert et Nicolas Durand) de l'INRA (2004) «Agriculture et développement durable. Enjeux et questions de recherche», Ed. INRA, Paris.

53 - Pour cette intégration des concepts agronomiques et écologiques, cf. l'ouvrage récent de Michel Griffon (2006) «Nourrir la Planète» Ed. Odile Jacob, Paris.

# 4. QUELLE GOUVERNANCE POUR UNE POLITIQUE DES AGRICULTURES ?

Après avoir successivement analysé les enjeux de la nouvelle modernisation de l'agriculture, puis les pistes concrètes proposées par une agronomie utilisant et favorisant davantage les fonctions écologiques et enfin, le nécessaire renouvellement des concepts et des méthodes de la recherche agronomique, nous souhaitons maintenant nous interroger sur la dimension politique de cette évolution.
Se placer dans la perspective d'une possible nouvelle révolution technologique oblige en effet à penser en termes novateurs ce que pourrait être une politique publique d'accompagnement. Nous nous situons donc dans la perspective d'une adaptation de la politique agricole aux nécessités d'un changement technique important, mais pas dans celle, nécessairement plus large, d'une réflexion d'ensemble sur l'avenir de la Politique agricole commune car ce serait un tout autre exercice.
Nous rappellerons tout d'abord ce qu'ont été les fondements de la politique agricole passée et examinerons leur légitimité pour l'avenir. Nous discuterons ensuite des nouveaux fondements possibles d'une politique publique axée sur le soutien à la production de services éco-systémiques et étudierons la question des niveaux de gouvernance souhaitables pour cette politique, de l'échelle européenne à celle des collectivités locales.

## 4.1. LA PRÉVISIBLE ÉROSION DU PREMIER PILIER

Après-guerre, la modernisation de l'agriculture a été accompagnée par une puissante politique publique destinée à accroître et restructurer les surfaces d'exploitation, à faciliter l'avènement des jeunes agriculteurs comme chefs d'exploitation, à augmenter et stabiliser les prix et les revenus agricoles, mais aussi équiper les exploitations, les motoriser, et les amener à utiliser intensivement les nouvelles variétés de semences et les intrants chimiques. Tout ceci s'est fait avec d'importants transferts financiers vers l'agriculture, dans le cadre européen unifié prévu par le traité de Rome signé en 1957.

### 4.1.1. Les deux principes fondateurs du premier pilier

Deux principes, faisant l'objet d'un assez large consensus social, soutenaient ces transferts :

- Le principe de parité des revenus agricoles et non-agricoles, dans un contexte de fort poids démographique et politique des agriculteurs
- Le principe d'autonomie alimentaire [54], dans une France et une Europe profondément marquées par la guerre et ses pénuries.

Or, ces deux principes sont aujourd'hui contestés, tant dans leur légitimité que dans leurs modalités d'application. Dans un contexte à la fois de forte réduction de la population agricole et de critique de l'État-Providence, le principe de parité n'a plus de caractère dirimant pour une grande partie de la société. De plus, dans une optique prévisible d'accroissement des prix agricoles des grandes cultures, cette parité sera sans doute davantage assurée par les mécanismes de marché [55].
Le principe d'autonomie alimentaire s'est heurté à la volonté de libéralisation du commerce agricole, en particulier lorsque celui-ci reposait sur la protection aux frontières ou sur des subventions couplées à la production. Le recours au découplage (admis, sans faire l'unanimité, au niveau international) ne

54 - Nous distinguons la notion d'autonomie (c'est-à-dire la capacité à assurer une production alimentaire suffisante pour ne pas être fortement dépendant des échanges internationaux) de celles d'auto-suffisance et d'autarcie qui supposent de ne pas recourir aux importations.
55 - Si l'on peut considérer que la course à la terre pour produire des aliments et des biocarburants devrait faire monter les prix des céréales et des oélo-protéagineux, il n'en va pas obligatoirement de même pour les prix des productions animales, en particulier celles fondées sur les herbages.

peut plus prétendre incarner ce principe, du fait même qu'il ne soutient plus la production, mais seulement les revenus. Enfin, cette question de l'autonomie alimentaire est passée quelque peu au second plan dans le contexte d'abondance, voire de surabondance de la production agricole européenne. Il se pose désormais plutôt en termes de droit à contrôler des importations jugées non opportunes pour diverses raisons légitimes[56], résumées par le concept de «*souveraineté alimentaire*». Seuls certains pays durement éprouvés par les pénuries durant la seconde guerre mondiale, comme la Norvège, ou ayant une longue tradition historique en la matière, comme la Suisse, continuent à faire du principe d'autonomie alimentaire un axe fort de leur politique.

### 4.1.2. De nouveaux principes pour le soutien à la production?

Dans ce contexte, quels pourraient être les nouveaux principes justifiant d'un soutien public à une agriculture productrice de biens marchands, alimentaires ou non-alimentaires? Dans la logique du premier pilier de la Politique agricole commune, il s'agirait de garantir un niveau de revenu suffisant, ainsi qu'une certaine stabilité des revenus.

L'amélioration des niveaux de revenus dépendra largement de l'évolution des prix internationaux, en particulier leur éventuelle hausse[57]. Par contre, la stabilisation, constitue une piste nouvelle. Elle est liée au caractère aléatoire de la production, des prix et du revenu agricoles, celui-ci résultant d'aléas climatiques, mais aussi économiques dont l'ampleur semble aller croissante. Les aléas climatiques peuvent justifier une intervention publique dans des circonstances exceptionnelles (sécheresse, inondations, …) au nom de la solidarité nationale. Mais on considère aujourd'hui qu'ils relèvent, pour l'essentiel, d'un système étendu de gestion du risque, en particulier d'un dispositif d'assurance, mutualiste ou non, n'impliquant pas nécessairement l'État[58]. L'évolution vers un découplage intégral des aides vis-à-vis de la production[59], ainsi qu'une éventuelle baisse de celles-ci pourront aussi conduire à beaucoup plus d'instabilité des revenus agricoles, mais il est peu vraisemblable que la puissance publique s'implique dans une stabilisation d'un phénomène qui touche aujourd'hui bien d'autres secteurs de l'économie.

Les perspectives du changement climatique pourraient également fonder une intervention de l'État, dès lors que ces changements menaceraient gravement l'approvisionnement alimentaire national, voire mondial et que des adaptations ou des reconversions lourdes seraient nécessaires. Cette question peut à l'avenir prendre de l'importance dans l'agenda politique, mais l'ampleur et la nature des adaptations à réaliser sont encore trop floues pour miser, à court terme, sur des politiques publiques fortes de soutien direct à certaines productions.

Également liées au changement climatique, les politiques publiques d'incitation à la production de bio-énergies et de bio-matériaux peuvent apparaître aujourd'hui légitimes, tant au niveau national qu'international. Cependant, elles pourront difficilement s'affranchir des règles de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) dès lors que des pays bénéficiant d'avantages compétitifs (par exemple, le Brésil pour l'éthanol ou la Malaisie pour l'huile de palme) entendront les faire valoir et revendiqueront l'accès aux marchés domestiques. A moins que si les tensions sur la demande en énergie et la compétition avec l'alimentation pour l'usage des terres ne limitent fortement les

56 - Cf. notamment le protocole de Carthagène sur les importations d'OGM ou les débats du Codex alimentarius sur les «*critères légitimes*».
57 - Cf. supra les paragraphes de la partie 1.1. de cet article sur les éventuelles raretés de l'espace productif mondial.
58 - La question de l'intervention ou non de l'État dans un système d'assurance garantissant les revenus n'est pas ici traitée en soi et complètement. On n'oubliera pas cependant que la stabilisation des revenus agricoles est certainement porteuse d'externalités positives, notamment concernant la capacité des producteurs à produire des services écologiques utiles, et qu'à ce titre, elle a en partie un contenu de bien public.
59 - L'orientation proposée par les Britanniques pour la future politique agricole conduit à découpler complètement les aides de la production, puis à supprimer celles-ci. Les exploitations sont supposées réagir en termes d'amélioration de la compétitivité.

quantités disponibles sur les marchés internationaux, cette contrainte de l'OMC obligera sans doute les politiques publiques à ne soutenir que des facteurs de compétitivité amont (recherche et innovation technologique encore classées en «*boîte verte*») ou des filières courtes, non concernées par le commerce international (bois - énergie, utilisation directe de la biomasse).

Une autre piste est liée à la prise de conscience progressive des liens entre alimentation et santé. La production alimentaire européenne est largement destinée à sa consommation intérieure, alors que celle-ci est de plus en plus soumise à des normes et des labels. Il est donc fort probable que l'amélioration de la qualité des aliments et l'incitation à une meilleure nutrition constituent deux domaines où l'intervention publique va s'accroître. Pour des motivations de politique nutritionnelle et en raison des effets externes très positifs que l'on peut attendre d'une amélioration du comportement alimentaire de la population[60] , une partie des subventions du premier pilier pourrait être utilisée pour subventionner le développement d'une restauration collective correspondant aux nouvelles normes d'alimentation et de nutrition. Les producteurs pourraient en retirer des bénéfices indirects en termes d'ouverture de marchés et de prix. Cependant, sauf en cas de circuits très courts portant sur des produits non-transformés, ce type d'aides risque d'être en partie capté par de nombreux autres opérateurs que les producteurs agricoles.

Dernière éventualité : une tension de plus en plus forte sur les marchés alimentaires mondiaux pourrait conduire à justifier de nouveau des soutiens à la production, voire à considérer comme légitimes des exportations européennes subventionnées à destination de pays durablement non auto-suffisants. Bien que cela soit en théorie interdit par les engagements pris à l'OMC, cette possibilité ne peut être totalement écartée. Néanmoins, elle constituerait, par rapport aux tendances actuelles du commerce international et aux critiques des effets pervers de l'aide alimentaire, une rupture forte sur laquelle il est difficile de tabler.

L'ensemble de ces considérations nous amène donc à considérer comme peu vraisemblable, au sein de l'espace économique européen, le maintien d'un soutien fort et durable à l'agriculture au titre du premier pilier. L'évolution de la Politique agricole commune depuis les accords de Blair House signés en 1993 est d'ailleurs symptomatique de cette tendance. Seuls ne sont pas à écarter des changements dans l'origine (implication plus forte des Régions) ou l'usage (stabilisation des revenus, accent mis sur des objectifs de santé) des financements résiduels, ceux-ci pouvant devenir moins systématiques et plus ciblés.

## 4.2. QUELS FONDEMENTS POUR UNE CONSOLIDATION DU SECOND PILIER ?

C'est donc surtout le deuxième pilier de la Politique agricole commune (PAC) qui serait concerné par une mutation technique de l'agriculture. Celui-ci a déjà pour vocation de financer l'évolution vers une agriculture écologiquement raisonnée, tout comme les Droits à produire (DPU) qui sont soumis à des conditions de respect des directives à caractère environnemental définies à Bruxelles[61]. Mais il s'agirait de dépasser la simple application de directives générales pour parvenir à financer les investissements et les coûts d'adaptation nécessaires à l'obtention et à l'entretien d'un régime de fonctionnement à la fois économiquement viable pour l'exploitation et satisfaisant pour l'environne-

60 - Améliorations notamment en matière de santé, de réduction des coûts sanitaires et en termes de bien-être.

61 - Bien évidemment, le deuxième pilier joue aussi un rôle très important dans la modernisation et le développement rural. Mais la promotion d'une nouvelle révolution technique fondée sur l'écologie scientifique donnerait un nouveau sens aussi bien au volet modernisation qu'au volet développement rural et conférerait une cohérence d'ensemble à ce second pilier.

ment. Les investissements de restructuration des paysages et de réhabilitation d'infrastructures écologiques pourraient atteindre des montants élevés : peut-être du même ordre que ceux attribués il y a quarante ans au remembrement des exploitations. Quant aux coûts d'adaptation et d'entretien d'une agriculture satisfaisant à des critères écologiques, ils restent à mesurer. Mais on peut penser, en première approche, que leur ordre de grandeur n'excéderait pas le montant actuel des dépenses.

Les coûts de transition sont par ailleurs souvent associés à des risques, et ce d'autant que ceux-ci sont encore mal connus et que l'on manque de références dans la durée sur l'application des techniques actuellement disponibles. On espère, certes, qu'il existe une bonne compatibilité entre l'objectif d'amélioration du revenu tiré des activités productrices et celui d'amélioration de l'environnement. Il est donc nécessaire de faire en sorte qu'au-delà des efforts consentis par le producteur, les financements publics permettent d'atteindre une situation « *gagnante - gagnante* », où les producteurs obtiendront un revenu et des conditions de vie satisfaisantes et où la société bénéficiera des aménités que procurent un environnement sain et une gestion durable des ressources naturelles et desécosystèmes. La reconnaissance de la nécessité de financer la production des services écologiques constituerait donc un élément central de la nouvelle politique[62].

Cependant, la légitimité d'un transfert du soutien public du premier vers le second pilier, *versus* un abandon pur et simple du soutien public à l'agriculture doit être fondée et non simplement affirmée comme allant de soi. Elle suppose notamment d'examiner les limites des autres modes de régulation possibles.

### 4.2.1. Une diversité de services

Afin d'examiner les arguments en faveur d'un soutien public, il convient tout d'abord d'affiner l'analyse des différents services des écosystèmes, à travers un gradient où nous distinguerons quatre situations types :

- Les pratiques dont l'agriculteur lui-même serait rapidement le principal bénéficiaire. C'est, par exemple, le cas d'économies raisonnées sur les fertilisants et les produits phytosanitaires ou du passage au non-labour qui peuvent conduire au maintien, voire à l'amélioration de la marge nette de l'exploitation. Dans ce cas, le soutien public peut se concentrer sur l'aide à la promotion de ces « *bonnes pratiques* », celle-ci pouvant aussi porter sur la période de « *reconversion* » qui peut impliquer des pertes transitoires de production.
- Les pratiques dont l'ensemble des agriculteurs d'un territoire bénéficient à des titres divers, mais qui ne se justifient pas économiquement au niveau de chaque exploitant individuel : d'où le risque d'apparition de « *passagers clandestins* ». C'est le cas, par exemple, de l'entretien d'une population d'insectes pollinisateurs ou d'une faune auxiliaire des cultures limitant la prolifération des ravageurs. L'intervention publique peut alors prendre des formes transitoires afin d'aider à la structuration d'un collectif de gestion de ce bien commun, *via* un soutien à ceux s'engageant dans cette logique.
- Les pratiques dont les bénéficiaires sont en majorité extérieurs à l'agriculture et pour lesquelles la seule logique économique des agriculteurs, individuelle ou collective, ne conduit pas à les adopter. C'est le cas pour une grande partie de la lutte contre la pollution diffuse, contre l'érosion des sols ou les risques d'inondation. Une intervention publique durable apparaît nécessaire,

62 - Cf. également Ribier V. et Griffon M., 2005. Quelles politiques agricoles pour accompagner la transition vers l'agro-écologie ? DEMETER 2006, p. 145-163. Ed. Club Déméter, Paris.

d'autant plus que les exigences vis-à-vis de ces biens publics placent parfois les agriculteurs en situation inégalitaire (présence ou non dans une zone considérée comme sensible, dépendance plus ou moins forte vis-à-vis de l'irrigation).

- Les pratiques pour lesquelles les bénéficiaires sont «*à venir*». Cela signifie qu'il s'agit de préserver ou d'améliorer un patrimoine pour demain. C'est, par exemple, en grande partie, les questions liées à la conservation des sols ou de la biodiversité car celles-ci se situent dans une perspective de durabilité à long terme de la production agricole et des usages du territoire. C'est aussi le cas de la conservation de la diversité génétique des populations sélectionnées, un objectif qui peut conduire à freiner l'efficacité à court terme de l'amélioration génétique pour préserver son potentiel futur. La puissance publique apparaît ici comme représentant les droits légitimes des générations futures.

### 4.2.2. Les formes de l'intervention publique

Les justifications et les modalités d'une intervention publique étant mieux cernées, deux questions restent à examiner :

L'intervention publique doit-elle impliquer la puissance publique ? D'autres formes de régulation par la société civile ne sont-elles pas suffisantes ?

- Dans le cas d'une intervention de la puissance publique, faut-il privilégier la voie de l'incitation ou celle de la réglementation ?

La première interrogation soulève la question des différents systèmes de certification environnementale que peuvent développer des opérateurs économiques ou des organisations non-gouvernementales (ONG) comme, par exemple, la certification de bois tropicaux ou de divers types d'agriculture (biologique, raisonnée, etc.). Sans nier l'intérêt de ces dispositifs, il nous semble que leur caractère facultatif et leur dépendance vis-à-vis du marché les rendent insuffisamment efficaces pour promouvoir une prise en compte durable des services des écosystèmes. De plus, ils font reposer cette prise en compte sur une sous-population de consommateurs particulièrement concernés, plus étroite que celle en bénéficiant. Cependant, la profession agricole ne doit pas négliger cet enjeu et elle devrait elle-même se saisir du problème de la certification et proposer des labels environnementaux[63], à l'instar de ce qui se passe dans l'industrie.

La seconde question amène à se demander pour quelles raisons il conviendrait d'aider des opérateurs privés à corriger les effets de nuisances qu'ils ont eux-mêmes causées : c'est-à-dire d'appliquer un principe paradoxal «*pollueurs - payés / pollués - payeurs*». Ceux qui refusent cette option préconisent une action publique par voie réglementaire sous forme de normes, de contrôles et de sanctions. Ils font remarquer que ce mode d'action est le plus classique pour la défense de biens publics. Le juriste P. Hubert[64] souligne en effet que l'essentiel du droit français de protection de la nature, qu'il s'agisse de protéger des espèces ou des espaces, est basé sur le triptyque «*réglementation - contrôle - sanction*». De plus, la réglementation se veut uniforme pour l'ensemble du territoire, durable et basée essentiellement sur des interdictions ou des restrictions d'usage n'offrant pas droit à compensation[65]. Enfin, alors que ce droit s'appliquait jusqu'alors à un nombre limité d'espèces ou d'espaces, la directive européenne 2004/35/CE sur la «*responsabilité environnementale*» et la

63 - Cf. sur la normalisation : Holt D., Reid T., Busch L., 2006. Les normes en agriculture. Du droit positif à «l'État évaluateur et auditeur». In DEMETER 2007, p. 89-116, Ed. Club Déméter, Paris.

64 - Hubert P., 2005. Le droit de la protection de la Nature en France : ses techniques et leurs limites. In : Pour la biodiversité. Manifeste pour une politique rénovée du patrimoine naturel. Ed. A.Venir, Paris, p. 89-110.

65 - Le juriste P. Hubert note par exemple que : «l'expropriation qui, en droit américain, doit intervenir dès qu'une partie substantielle des droits des propriétaires est atteinte, n'intervient en France que si on prive le propriétaire de son «droit de propriété», qui, en réalité, n'est pas un «droit»mais un «état juridique»qui, dans certains cas extrêmes, n'a plus qu'une seule conséquence : l'obligation de payer une taxe foncière».

Charte de l'Environnement promulguée en 2005 par le Parlement généralise à l'ensemble du territoire l'obligation de réparation des atteintes à l'environnement, même lorsqu'aucune personne identifiée n'en est directement victime[66]. La possibilité d'appliquer ce triptyque « *réglementation - contrôle - sanction* » aux impacts de l'agriculture est donc réelle.

### 4.2.3. Pourquoi une politique incitative ?

Pour justifier un soutien et une politique incitative plutôt que dissuasive, trois arguments peuvent être avancés :

- Le premier est celui de la continuité de l'action publique ou, d'une certaine manière, de non-rétroactivité des lois. Dès lors que les évolutions observées de l'agriculture résultent en grande partie de politiques publiques antérieures délibérées, auxquelles les agriculteurs ont répondu dans le strict respect de la réglementation, il apparaît justifié qu'une nouvelle politique publique assume les conséquences de ces politiques antérieures et les aide à s'adapter aux objectifs de cette nouvelle politique.
- Le second est celui de l'égalité devant la charge publique. Dès lors que les charges liées à la production ou à la protection d'un bien public pèsent de manière inégale sur les citoyens, une intervention publique visant à compenser ces effets inégalitaires est considérée comme légitime[67]. Ce principe conduit à indemniser les personnes touchées par des équipements déclarés d'utilité publique. Le juriste P. Hubert indique que des avancées en ce sens sont apparues récemment en France en matière d'environnement : par exemple, avec les politiques de réintroduction de grands mammifères comme le loup, le lynx et l'ours qui ouvrent désormais droit à indemnisation des éleveurs ou bien dans les zones « *Natura 2000* » où est ouverte la possibilité d'indemniser les propriétaires ou les usagers concernées. Ce principe rendrait éligibles les coûts de transition d'un système à un autre et, éventuellement, les pertes de revenu dans les cas où le nouveau régime de fonctionnement assurerait un surplus d'aménités environnementales au détriment du revenu et du bien-être des producteurs. Il s'agirait, dans le premier cas, de prendre transitoirement en compte des dépenses et, dans l'autre, de financer durablement ce qui peut être assimilé à un dommage individuel nécessaire pour produire un bien collectif.
- Le dernier argument est relatif aux bénéficiaires de la modernisation de l'agriculture. L'ensemble de la société - et non les seuls agriculteurs - a bénéficié de cette évolution *via*, d'une part, l'accès à une alimentation abondante et moins chère et, d'autre part, un transfert de capacités productives de l'agriculture vers d'autres secteurs industriels créateurs de richesses (automobiles, biens d'équipements, services, ...). Il semble donc légitime qu'une partie de cette richesse répartie au sein de la société soit remobilisée afin de permettre une nouvelle modernisation agricole.

Outre ces arguments de stricte légitimité juridique, on peut aussi s'interroger de manière pragmatique sur l'efficacité (ou sur le rapport coût / efficacité) de politiques publiques dissuasives (réglementation, taxation) par rapport à des politiques incitatives. Le juriste P. Hubert fait par exemple remarquer que le triptyque « *réglementation - contrôle - sanction* » appliqué à la protection de l'environnement se situe dans sa zone d'efficacité critique (*Tableau 1*) lorsqu'il doit s'appliquer à des acteurs dispersés,

66 - Ces deux textes doivent maintenant faire l'objet de transposition législative précisant leurs modalités d'application. Les projets de transposition de la directive sont consultables sur le Net.

67 - « Ce sont les propriétaires, les habitants et les collectivités de régions à la fois pauvres et où la Nature a été la mieux préservée qui se voient imposer, par des pouvoirs publiques élus majoritairement par les habitants de zones où les espaces naturels ont quasi disparu, des zones réglementées et des interdictions de toutes sortes, le tout sans aucune indemnisation. Il n'est pas exagéré de dire qu'en un sens, la situation confine au scandale. » (P. Hubert).

mais susceptibles de s'organiser collectivement. De plus, il souligne que la sanction suppose le plus souvent le recours d'un plaignant et qu'en l'absence d'une «*victime humaine*» identifiée, énergique et motivée, les associations, les collectivités locales ou l'État constitueront sans doute des substituts beaucoup moins efficaces et parfois contestables pour faire respecter le droit. C'est pourquoi on observe que des systèmes mixtes combinant mesures réglementaires et incitations contractuelles sont le plus souvent mis en œuvre afin de promouvoir des objectifs environnementaux, en particulier dans le domaine de la réduction des pollutions.

Autre argument pragmatique avancé par Patrick Hubert : le fait que le droit seul est souvent impuissant s'il n'est pas relayé par des intérêts économiques convergents à long terme avec ceux que la réglementation souhaite promouvoir. C'est, par exemple, le cas de l'industrie automobile qui a vu dans les débats sur les pluies acides, puis sur le réchauffement climatique, de puissants moteurs pour promouvoir de nouvelles générations de véhicule et s'est fait l'un des zélateurs les plus actifs de la lutte contre la pollution atmosphérique. Le «*droit de l'ascèse*», qui se borne surtout à limiter et à interdire, apparaît donc beaucoup moins efficace que ce que nous pourrions appeler un «*droit de l'adaptation*» incitant à innover, à investir et à mobiliser les acteurs afin de créer de nouvelles richesses individuelles et collectives.

La force de ces arguments, par rapport aux tenants de la voie réglementaire, ne doit cependant pas être surestimée et elle s'amoindrira à mesure que la mémoire des bénéfices passés des politiques agricoles s'effacera dans l'opinion publique. Au niveau international, la légitimité de tels soutiens à la production de «*services publics*» demeure d'ailleurs contestée par des pays d'agriculture intensive, comme l'Australie, l'Argentine ou le Brésil[68]. De plus, même si des systèmes mixtes combinant réglementation et incitation apparaissent comme pertinents en termes d'efficacité, le dosage entre ces deux

## Difficulté de mise en œuvre du triptyque «Réglementation - Contrôle - Sanction» en fonction des acteurs concernés

(d'aprés P. Hubert)*

| ÉTAPES | ACTEURS CONCERNÉS | | |
|---|---|---|---|
| | **Peu nombreux et concentrés** *(exemple : les industriels)* | **Nombreux et dispersés** *(exemple : les conducteurs)* | **Nombreux et organisés** *(exemple : les agriculteurs)* |
| **Promulgation de normes (lois, décrets)** | Difficile *(lobbying)* | Aisée *(pas d'opposition organisée)* | Très difficile *(lobbying et possibilité de mouvements sociaux)* |
| **Mise en œuvre des normes *(contrôles, sanctions)*** | Aisée et peu coûteuse *(impacts localisés, incitation possible aux auto-contrôles, «légalisme» des entreprises)* | Difficile et coûteuse *(infractions multiples et dispersées, «légalisme» parfois faible)* | |

*Patrick Husert est un juriste, Conseiller d'État, qui a été directeur de Casinet de M.Perben au ministère de la Justice, puis en 2004 conseiller auprés du ministre de l'Écologie.

68 - Cf. Ribier et Griffon, *supra*

modes d'action n'obéira à aucune logique objective et dépendra en grande partie des acteurs concernés.

### 4.2.4. Des outils pour l'action collective

Parmi les outils de ce «*droit de l'adaptation*» figure en particulier l'organisation d'une sorte de «*propriété commune*» des biens environnementaux, à l'image de nombreux systèmes de gestion de l'eau comme les Agences de bassin. Il s'agit d'ensembles au sein desquels peuvent s'organiser des systèmes de transfert ou de marché de droits similaires à ceux mis en place pour la gestion des émissions de gaz à effets de serre dans le cadre du protocole de Kyoto[69].

Nous avons vu en effet, notamment à travers les notions d'«*innovation en profondeur*» ou d'«intégration des services écologiques» que la production de nombreux biens et services écologiques (biodiversité, qualité de l'eau, conservation des sols, …) ne pouvait se concevoir au niveau des seules pratiques individuelles, mais supposait une organisation des activités au niveau des territoires et des «*paysages*». D'où l'intérêt de ces nouvelles formes d'action collective et de modalités de soutien favorisant leur émergence[70].

Parmi les difficultés à résoudre pour de telles approches, la question de la co-existence de diverses formes d'agriculture devra faire l'objet d'une réflexion approfondie. Pour de nombreuses raisons, il est vraisemblable que des formes d'agriculture intégrant plus ou moins fortement ces nouvelles contraintes et ces nouveaux enjeux continueront à exister à l'avenir, voire que cette diversité ira en s'amplifiant. Il est également certain que des interactions considérées comme négatives, de part et d'autre ou de manière unilatérale, seront identifiées entre ces agricultures: à l'image, par exemple, de la question des flux de pollen issus des cultures d'OGM ou des résidus fortuits de pesticides en agriculture biologique. Conviendra-t-il de considérer que la gestion de ces interactions relève du droit privé, de la responsabilité civile et de formes contractuelles ou, à l'inverse, faudra-t-il une intervention publique *via*, par exemple, un zonage du territoire?

Entre ces deux options extrêmes, des formes originales pourraient être imaginées, à l'image des Groupements de défense sanitaire pour la lutte contre les maladies animales. Les GDS sont des associations régies par la Loi de 1901 et l'adhésion des éleveurs se fait donc sur la base du volontariat. Cependant, lorsque le nombre d'adhérents d'un département représente plus de 60 % du cheptel considéré, le GDS peut demander que les mesures de protection qu'il a définies[71] fassent l'objet d'un arrêté préfectoral et celui-ci s'impose alors à l'ensemble des éleveurs du département. Un tel dispositif «*mixte*» pourrait donc s'appliquer à des «Groupements de défense environnementale» et permettrait d'aller vers un «*zonage contractuel*» du territoire.

### 4.2.5. Dumping écologique et protection du «modèle européen»

Dans la mesure où l'agriculture devrait être fortement sollicitée pour gérer lesécosystèmes planétaires (séquestrer du carbone dans les sols, limiter la déforestation et l'extension des surfaces productives), la question de l'équité écologique dans

69 - Le protocole de Kyoto alloue aux pays signataires des quotas annuels d'émission de gaz à effet de serre dont la somme mondiale est planifiée pour obtenir sur une longue période une diminution globale des émissions. Chaque pays distribue à son tour les quotas entre activités et acteurs émetteurs de gaz à effet de serre. Chacun est libre de dépasser son quota et d'acheter des droits d'émission à d'autres ou, au contraire, de ne pas utiliser tout son quota d'émission et de vendre le solde à ceux qui dépasseraient le leur. Il existe ainsi un marché des droits d'émission qui permet d'assurer une flexibilité du mécanisme général de réduction de ces émissions.

70 - L'agriculture est déjà familière de ces formes d'action collective pour la production (CUMA), l'approvisionnement ou la commercialisation de biens marchands.

71 - Ces mesures doivent préalablement être approuvées par les services vétérinaires officiels.

la concurrence sur les marchés devrait naturellement ressurgir. Comment en effet admettre, dans ce nouveau contexte, qu'un pays fasse du dumping écologique (en brûlant ses forêts) et emporte des marchés à l'exportation ? On retrouve ici une problématique similaire à celle du dumping social (concurrence internationale sur la base de rémunérations et de statuts des travailleurs très asymétriques) et cette analogie nous amène à être assez pessimiste vis-à-vis de la possibilité que l'Europe souhaite et puisse imposer de manière unilatérale une protection à ses frontières (quotas, taxation) sur la base de ce critère de dumping écologique.

Des arguments existent certes en ce sens : le gouvernement français a récemment proposé de taxer les importations provenant de pays ne respectant pas le protocole de Kyoto et certains considèrent que la clause du GATT qui autorise les États à prendre des mesures « *nécessaires à la protection de la santé et de la vie des personnes et des animaux ou à la préservation des végétaux* », permettrait de s'opposer à l'importation de produits ayant des impacts écologiques négatifs [72].

Cependant, la mise en œuvre d'un tel droit d'« *ingérence écologique* » supposera, outre une volonté politique forte, le développement d'instruments de mesure et d'indicateurs objectifs des impacts écologiques, susceptible d'être mis en avant avec succès dans un panel de l'Organisation mondiale du commerce. Ces deux conditions à une action gouvernementale ne nous semblent pas susceptibles d'être remplies à court terme. La piste que nous avons évoquée de la certification environnementale par des organisations non-gouvernementales ne nous semble pas non plus très porteuse car la philosophie de ces organisations se situe souvent à l'opposé de la démarche protectionniste, comme dans le cas des différents labels de commerce équitable.

Enfin, il est vraisemblable que des pays exportateurs pratiquant une agriculture extensive [73] seront au moins aussi à même de répondre à ces exigences que la plupart des pays européens.

Plutôt que de miser sur une harmonisation internationale à court terme des législations environnementales ou sur une hypothétique protection unilatérale du modèle européen, c'est donc bien dans la promotion de ce modèle qu'il convient d'investir, par le biais de mesures de soutien découplées et compatibles avec l'ouverture du commerce international.

### 4.2.6. Conclusion : un second pilier à conforter

En conclusion, la dimension environnementale du second pilier apparaît donc comme le principal levier possible de cette nouvelle modernisation de l'agriculture. Cependant, le renforcement de cette dimension ne peut être considéré comme allant de soi. De plus, d'autres acteurs que les agriculteurs sont susceptibles de présenter des « *offres de service* » pour la fourniture de ces nouveaux services écologiques ou pour le traitement des impacts négatifs de l'agriculture. Pour l'agriculture, le second pilier demeure donc, pour l'essentiel, à construire et seule une mobilisation forte, crédible et cohérente de l'ensemble de ses acteurs pour cette nouvelle modernisation permettra de lui donner des moyens similaires à ceux qu'avait mobilisés la première modernisation d'après guerre.

72 - Cf. dans Le Monde du 6 février 2007, l'article d'Alain Faujas « *Écofrictions : le commerce doit-il être écolo ?* ». En 1998, l'OMC a reconnu aux États-Unis le droit de refuser l'importation de crevettes asiatiques pêchées avec des filets dangereux pour les tortues et le prix Nobel américain d'économie Joseph Stiglitz considère que le fait qu'un État autorise à ne pas respecter le protocole de Kyoto constitue de fait une subvention à son industrie contraire aux règles de l'OMC.

73 - Cf. paragraphe 1.1.

## 4.3. Diversifier les niveaux d'action dans une logique de subsidiarité

Dès lors que les politiques agricoles étaient surtout liées à des objectifs économiques partagés au sein de la Communauté européenne, il apparaissait évident que l'Europe devait constituer le cadre majeur de régulation de ces politiques. Par contre, lorsque celles-ci s'inscrivent clairement dans le cadre d'écosystèmes locaux et ne sont plus liées à la production de biens marchands, mais qu'elles visent des biens publics d'utilisation principalement locale, la question de leur cadre de régulation mérite d'être reposée, dans une logique affirmée de subsidiarité.

Le niveau européen demeure légitime pour définir et promouvoir des objectifs d'intérêt communautaire lorsqu'il s'agit, par exemple, de protéger des espèces ou des habitats remarquables, constituant un patrimoine européen, voire mondial mais localisés dans des zones restreintes. Les aléas des glaciations et de la biogéographie ont ainsi fait que le sud et le sud-est de l'Europe sont nettement plus riches en biodiversité que les zones septentrionales et il semble normal que le soutien à cette conservation de la biodiversité soit réparti entre l'ensemble des États-membres.

Il en va de même pour la mise en place des grandes « *infrastructures écologiques* », c'est-à-dire des réseaux complexes reliant, par des corridors adaptés, des zones riches en biodiversité et permettant la conservation, mais aussi la migration à grande échelle des faunes et flores en réponse aux changements climatiques. Dans ce cas, un schéma directeur européen apparaît indispensable pour coordonner des schémas nationaux, par exemple pour la gestion de grands fleuves transnationaux comme le Rhin ou le Danube.

Mais l'extraordinaire variété des situations écologiques amène à considérer qu'une part importante des politiques agricoles doit se définir à des niveaux beaucoup plus locaux. La Région[74] apparaît en particulier un niveau pertinent pour élaborer des objectifs, des priorités et des modalités de soutien adaptés aux contextes écologiques, mais aussi socio-économiques locaux. L'importance accordée aux aspects quantitatifs et qualitatifs de la ressource en eau sera, à juste titre, sensiblement différente en Bretagne, en Auvergne ou en Picardie. Il nous semble donc que ce niveau régional est susceptible de favoriser l'appropriation par la société de ces enjeux et, donc, d'assurer leur prise en compte sur le long terme. Il est d'ailleurs symptomatique d'observer que beaucoup de Régions ont commencé à définir des éléments de politique agricole, alors que leurs compétences et leurs moyens d'action dans ce domaine restent très limités.

Entre les niveaux européen et régionaux, le niveau national conservera une responsabilité légitime dans l'élaboration de normes (lois et règlements) et dans le contrôle de leur application. Il sera aussi responsable de la mise en œuvre d'orientations définies au niveau européen. Il aura également à assurer une péréquation entre Régions, lorsque certaines fourniront plus d'« *externalités positives* » que d'autres, soit du fait de leurs conditions naturelles, soit du fait de politiques plus volontaristes : par exemple, les zones de montagne « *exportant* » une eau de qualité vers les zones de plaine ou bien les zones littorales gérant l'interface entre l'Océan et le continent. Pour cette responsabilité de « *péréquation environnementale* », l'articulation entre les niveaux européens et nationaux sera cependant à préciser, du fait du caractère parfois transfrontalier des externalités positives ou négatives d'une région donnée. Enfin, le niveau national devra identifier et prendre en compte les préoccupations communes des Régions, en particulier dans les domaines de l'enseignement et de la recherche - développement.

74 - Il peut s'agir de régions au sens administratif du terme ou bien d'ensembles locaux *ad hoc*, comme les territoires des Agences de bassin.

En conclusion de cette analyse, une «*régionalisation*» des politiques de l'agriculture, tant au niveau des objectifs que des moyens, nous semble une tendance lourde pour l'avenir. Elle obligera les agriculteurs à s'impliquer plus fortement dans les débats se déroulant à ce niveau et impliquant l'ensemble des «*utilisateurs*» du territoire, en particulier pour y promouvoir les arguments précédemment évoqués en faveur d'un soutien public à leur activité.

### 4.4. Rendre l'initiative aux producteurs

Un autre aspect de cette politique est qu'elle ne pourra résulter que d'un nouveau contrat social entre la société et les agriculteurs. Ce contrat devrait certes se traduire par des contrats opérationnels entre l'entité publique qui finance et les entités locales concernées: exploitations, ensemble d'exploitations, collectivités publiques. Mais l'esprit d'un contrat est tout aussi important que son libellé. Son efficacité résulte donc de la manière dont il est élaboré. Dès lors que l'essentiel de l'action technique à entreprendre est entre les mains des agriculteurs, rien ne peut être fait de manière réaliste sans que ceux-ci soient considérés comme les initiateurs et les acteurs principaux du changement.

Pour des raisons d'efficacité, de compétence locale et de maîtrise concrète des activités, c'est à eux qu'il revient de faire des propositions sur ce qu'il faut entreprendre localement, de mettre celles-ci en débat avec les autres parties prenantes en termes de gestion et d'utilisation des territoires et c'est sur cette base que doivent être définis les contrats. Les services techniques professionnels et les services publics, en particulier la recherche, doivent bien évidemment être mis à la disposition du processus, mais comme une ressource d'information et de conseil, pas comme initiateur du contenu technique des contrats. On peut d'ailleurs envisager des contrats successifs renouvelables, permettant la progressivité des transformations sur des durées réalistes, ainsi que l'installation d'un processus d'adaptation.

En corollaire, le passage d'une culture d'obligation de moyens (le respect des règlements) à une culture d'obligation de résultats (des objectifs à atteindre, l'opérateur étant responsable du choix des moyens adéquats) apparaît indispensable afin de redonner aux opérateurs locaux, notamment aux agriculteurs, des capacités et surtout des envies d'action.

### 4.5. Une nécessaire cohérence des politiques sectorielles

Nous nous sommes bornés dans cette analyse à évoquer essentiellement la question de la politique agricole au sens strict. Nous avons cependant montré le lien nécessaire avec une politique en matière de formation et de recherche, qui ne devra pas se limiter aux organisations spécifiques de ce secteur (enseignement agricole, recherche agronomique et développement). Il conviendra en effet, pour élaborer et diffuser les connaissances, mais aussi les représentations[75], nécessaires à cette nouvelle modernisation de s'adresser à l'ensemble des citoyens et de mobiliser des compétences dans l'ensemble du système de recherche.

Par ailleurs, on sait que l'aval de l'agriculture (collecte et transformation des produits, distribution et même comportement des consommateurs) joue un rôle majeur dans l'évolution de celle-ci. Cet aval n'est pas exempt des critiques que nous avons formulées pour l'agriculture, notamment en termes de coûts énergétiques ou d'impacts écologiques. C'est pourquoi, au même titre que la question émergente de la biodiversité a amené en 2005 chaque ministère (Écologie, mais aussi Transports, Équipement, Santé, Recherche et Éducation, Mer,

75 - Comme nous l'avons indiqué dans la troisième partie de cet article, les aspects culturels conditionnent fortement les notions même de ce qui est «*moderne*», les valeurs associées à la nature et la définition des actions souhaitables.

Industrie, Agriculture, …) à élaborer une stratégie sectorielle, il serait sans doute nécessaire que cet enjeu d'une nouvelle modernisation de l'agriculture soit pris en compte de manière cohérente par l'ensemble des politiques publiques.

## Conclusion : une approche globale pour un defi global

Les trois composantes du défi, énoncées en première partie de cette analyse, c'est-à-dire produire plus, produire autrement et produire autre chose, sont globalement reconnues. Mais elles sont souvent présentées de manière séparée et par des acteurs différents :

- Les uns, s'appuyant notamment sur les perspectives de l'alimentation mondiale, la récente diminution des stocks mondiaux de céréales et le potentiel agricole de l'Europe, soulignent la nécessité pour l'agriculture de notre pays de conserver, voire d'amplifier un potentiel exportateur. Dans ce contexte, ils dénoncent, le caractère scandaleux des jachères, voient le développement des biocarburants comme une opportunité salutaire d'y mettre fin et s'offusquent de la perspective d'être à l'avenir des jardiniers, voire des « *cantonniers* » des espaces ruraux.
- D'autres, à l'inverse, considèrent que l'agriculture a, par nécessité, été trop loin dans son intensification et dans sa pression sur l'environnement et se réjouissent qu'il soit aujourd'hui possible dans notre pays de « *lever le pied* », de mettre fin à des exportations agricoles aux effets pervers et de reconvertir l'agriculture à la production d'autres biens et services, quitte à s'approvisionner davantage sur le marché mondial des produits agricoles, en compensant par l'exportation de produits manufacturés.

De même, les solutions à apporter à ces défis opposent parfois les tenants du progrès technologique aux promoteurs de nécessaires réformes socio-économiques. Pour les premiers, les promesses des bio et des nanotechnologies, associées aux technologies de l'information et à la chimie blanche ou verte, devraient permettre de résoudre les contradictions entre le maintien d'une ambition productive pour l'agriculture et la nécessaire réduction de ses impacts environnementaux. Pour les seconds, les savoir et savoir-faire techniques sont d'ores et déjà disponibles, les pratiques traditionnelles existent et ne demandent qu'à être réhabilitées et la recherche de nouvelles technologies est souvent assimilée à un divertissement (au sens pascalien du terme) non dépourvu, en outre, de risques et d'aléas. Selon cette vision, l'enjeu et de définir et promouvoir une nouvelle politique agricole et d'élaborer d'autres modalités de soutien à l'agriculture, visant à promouvoir ces techniques et ces pratiques.

Dans notre analyse, nous avons souhaité montrer le caractère pertinent, mais trop partiel de ces différents points de vue. Une agriculture à haute valeur écologique ne pourra se baser sur les seules connaissances existantes. Elle nécessitera effectivement l'élaboration de nouvelles technologies, fondées notamment sur une meilleure compréhension des êtres vivants, de leurs relations entre eux et avec leur environnement. Mais elle suppose également de mieux resituer les pratiques agricoles au sein des différents usages des territoires, d'élaborer de nouvelles formes d'action collective, de construire un nouveau pacte social entre l'agriculture et la société, ainsi que de s'investir dans des niveaux politiques locaux, existants ou à créer.

Entre les révolutions « *verte* », à forte base technologique, et « *rouge* », fondée sur de profonds changements sociaux, qui ont divisé et parfois déchiré le monde de la seconde moitié du 20e siècle, sans pour autant relever le défi environnemental, l'« *agronomie intégrale* » que nous avons esquissée se veut donc une réponse globale à une agriculture qui voit dans les attentes multiples et contradictoires s'exprimant au sein de la société non une menace, mais une extraordinaire source de dynamisme et de modernisation.

## Annexe

# LE MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT

Entre 2001 et 2005, 1 360 experts, originaires de quatre-vingt-quinze pays ont évalué ensemble les écosystèmes de la planète. Cette initiative a été financée par de nombreux pays, des programmes des Nations unies et des fondations internationales. Elle a fait suite aux travaux du Groupe International d'Étude du Climat (GIEC) qui avait identifié le risque d'une dégradation desécosystèmes suite au changement climatique. De plus, de nombreux programmes de recherche internationaux avaient commencé à étudier ce que l'on appelle le «*changement global*» qui combine le changement climatique, l'évolution des écosystèmes, de la déforestation et de la désertification, ainsi que les évolutions économiques et sociales (la mondialisation). Par ailleurs, le domaine de la biodiversité faisait l'objet de nombreux travaux internationaux. Dans ce contexte, le rôle du MEA a été de synthétiser les connaissances existantes en dressant un tableau des changements en cours et des évolutions à long terme, puis d'en tirer des conséquences en termes de «*services*» apportés par les écosystèmes aux sociétés.

Les travaux dressent donc une liste des services rendus par les écosystèmes et de leurs conséquences en matière de bien-être des sociétés. Ils définissent les grandes variables de changement planétaire et leur dynamique, que celles-ci soient démographiques, économiques, socio-politiques, technologiques, climatiques, etc. Quatre grands scénarios ont été construits en fonction d'une évolution de l'économie mondiale vers la mondialisation ou d'un repli régional ou national et des capacités de réaction des gouvernements, qu'ils soient pro-actifs ou s'adaptent avec retard aux nouvelles situations.

Les chercheurs concluent que les sociétés ont beaucoup exploité les écosystèmes à leur grand bénéfice. Mais, dans les dernières décennies, la dégradation de ceux-ci et des services qu'ils apportent aux sociétés s'avère rapide et accélérée. Les gains que les sociétés pourront tirer des écosystèmes va donc se réduire et de menaces nouvelles pourraient même se faire jour : maladies émergentes, eutrophisation des eaux continentales, effondrement des pêcheries ou changement climatique régional. Ces dégradations risquent d'être partiellement irréversibles, notamment en matière de pertes de gènes, d'espèces animales, végétales ou microbiennes, et d'écosystèmes. Ces pertes réduiront les opportunités futures de développement et risquent de toucher d'abord les populations pauvres dont l'existence est tributaire des matières premières fournies par les écosystèmes. Il faudrait donc induire des changements afin de renverser le sens des évolutions et ceci suppose des évolutions rapides de politiques publiques et de gouvernance des institutions. Or, ces changements n'existent pas encore.

L'agriculture apparaît comme l'une des principales activités utilisant les écosystèmes. Elle peut contribuer à les dégrader (déforestation dans les zones tropicales, aridification, perte de fertilité des sols, contribution à l'effet de serre, pollutions chimiques, etc.) ou, au contraire, à les améliorer en définissant un nouvel ensemble de techniques capables d'accroître la production et d'entretenir en même temps les services écologiques nécessaires aux sociétés.

***Ressources documentaires : www.maweb.org***