

Marc LATHAM*, Antoine CORNET**

*Pédologue, Directeur du CNEARC, Montpellier

**Agronome, Directeur du Centre IRD, Montpellier

Progrès scientifiques récents et impact de la recherche sur le monde paysan du Sud en vue d'un développement durable

RÉSUMÉ

La perspective de développement durable des milieux ruraux tropicaux passe par une intensification raisonnée et viable à long terme de l'agriculture. L'agriculture devient un domaine privilégié d'appréciation des avancées de la biologie moderne et des biotechnologies. Le développement durable n'est toutefois pas réductible à l'amélioration d'un facteur de production, mais dépend de la combinaison de l'ensemble des facteurs dans un cadre social et économique défini.

Accroître la productivité et la qualité des produits reste l'objectif principal des agronomes. Il passe par la sélection génétique et les études sur le génome ainsi que la compréhension du fonctionnement des populations et des écosystèmes, mais il ne peut, dans les milieux tropicaux, avoir de sens en l'absence d'une analyse détaillée des systèmes agraires existants et des options nouvelles offertes par les avancées techniques. Ces options nouvelles doivent s'accompagner de l'utilisation de techniques adaptées de nutrition et de protection intégrée des plantes et des animaux ainsi que de soins particuliers sur la qualité des produits.

Accroître la productivité de façon durable ne peut toutefois se faire sans une gestion améliorée des ressources naturelles. Cette gestion passe par l'utilisation des prédictions climatiques en agriculture, la gestion/conservation des sols, une meilleure utilisation des ressources en eau, un maintien de la biodiversité et du patrimoine génétique et une gestion des écosystèmes.

Fonds Documentaire IRD



010024706

Fonds Documentaire IRD

Cote : B * 24706 Ex : 1

Cet accroissement durable de la productivité passe aussi par une réduction des risques environnementaux et de santé liés à l'agriculture. Améliorer la qualité des eaux, se protéger contre les risques liés à l'utilisation des pesticides ou contre les invasions biologiques sont quelques-uns des enjeux du XXI^e siècle. Une veille scientifique doit aussi nous permettre de mieux appliquer le principe de précaution lié aux conséquences des innovations en agriculture.

En conclusion, l'enjeu du XXI^e siècle en matière de nutrition et de développement durable concerne bien sûr les progrès scientifiques et ceux notamment dans le domaine le plus médiatique, celui des biotechnologies. Il ne peut toutefois se résumer à cela et il doit être intégré socialement dans des sociétés complexes et économiquement dans les nouvelles règles fixées par l'organisation mondiale du commerce.

Introduction

La perspective de sécurité alimentaire et de développement durable des milieux ruraux tropicaux passe par une intensification raisonnée et viable à long terme de l'agriculture. Il s'agit de produire plus, avec des technologies plus économes en intrants, utilisant mieux les ressources naturelles et la diversité du vivant, tout en préservant leurs capacités de reproduction et d'évolution.

De nos jours, l'agriculture devient un domaine privilégié des avancées de la biologie moderne et des biotechnologies. Le GCRAI¹ fait des biotechnologies son fer de lance pour la lutte contre la faim dans le monde (Shah et Strong, 1999).

Le développement durable n'est toutefois pas réductible à l'amélioration d'un facteur de production. Il dépend de la combinaison de l'ensemble des facteurs, dans des cadres environnementaux, sociaux et économiques divers (Cornet et Hainnaux, 1994).

Il est significatif à ce sujet que le progrès n'a jamais été aussi important que de nos jours et qu'en même temps, il n'est que peu répercuté dans les agricultures des pays en voie de développement et, en particulier en Afrique Subsaharienne. Cette faible acceptation des résultats de la recherche par le monde rural pose certainement question quant aux problématiques de la recherche et aux besoins des utilisateurs les plus directs. Elle demande certainement une meilleure intégration de ces deux types de préoccupations (Latham, 1998).

1. Groupe Consultatif pour la Recherche Agricole Internationale.

1) Accroître la qualité et la productivité des produits

LES VARIÉTÉS

L'amélioration variétale a été l'un des facteurs moteurs de la première révolution verte. Les variétés de riz, blé et maïs à haut rendement, popularisées par la recherche agricole internationale, ont permis, avec l'aide d'intrants appropriés, de transformer des agricultures déficitaires en aliments comme celles de l'Inde, de la Chine ou des pays du Sud-Est Asiatique et d'Amérique Latine, en agricultures excédentaires, voire même exportatrices. Ces améliorations variétales qui sont liées à de la sélection classique ou à de l'hybridation, ont porté sur des accroissements de rendement ou sur des résistances à des maladies et ravageurs. Elles ont donné des résultats très significatifs en Asie et en Amérique Latine où les rendements moyens de céréales en 1994 étaient compris entre 2,5 à 3 tonnes/ha. Elles n'ont en revanche que peu touché l'Afrique pour le moment – rendement moyen des céréales : 1,2 tonnes/ha – (FAO, 1995). Malgré les efforts importants de la recherche, à l'ICRISAT¹ par exemple, les taux de pénétration des sorghos et des mils améliorés dans le Sahel restent pour l'instant faibles avec des productivités, au niveau des paysans, inférieures à une tonne par hectare au Niger par exemple (Njeunga, 1997).

Ces difficultés de l'appropriation de l'innovation par les paysans les plus pauvres et dans les milieux difficiles, ont poussé la communauté scientifique internationale à envisager dans les années 1995 une révolution doublement verte (Griffon, 1995). Cette nouvelle révolution devrait s'attaquer aux besoins de recherche des milieux difficiles et en même temps être respectueuse des questions environnementales.

Cet effort louable vers les milieux difficiles risque toutefois d'être balayé par les nouvelles découvertes sur les possibilités de modification du génome.

Les biotechnologies, et d'une façon générale les études sur le génome, s'inscrivent dans la même voie. Elles permettent en effet, des espoirs d'accroissement des rendements, de réduction des coûts de production et d'amélioration de la qualité des produits considérables

1. ICRISAT : International Crop Research Institute for the Semi-Arid Tropics (Inde).

(Serageldin, 1999). L'IRRI¹, l'ICRISAT, le CIP² et le CYMMIT³ ont en particulier beaucoup investi dans ce domaine. Il est toutefois important de noter que ces recherches se sont concentrées sur un petit nombre de laboratoires, le plus souvent extérieurs à l'Afrique. La loi du marché est certainement en cause : ces recherches ne sont rentables que s'il y a suffisamment de clients potentiels. Elles se sont souvent appuyées sur des travaux menés dans les laboratoires Nord-Américains ou Européens, comme la « plate-forme du génome avancé » montée par Agropolis à Montpellier. Elles vont certainement permettre d'accroître les rendements dans les pays en transition. Il reste toutefois à craindre que leurs effets sur les agricultures les plus pauvres, et en particulier celles de l'Afrique Subsaharienne se fassent encore longtemps attendre.

NUTRITION INTÉGRÉE DES PLANTES

Une des causes de ce faible progrès des variétés améliorées en Afrique provient, en partie, de la faible utilisation d'intrants et en particulier d'engrais. Malgré la nature pauvre et fragile des sols africains (Pédro, 1999), l'utilisation d'engrais en Afrique reste en effet dérisoire (18 kg par hectare, en incluant les cultures de rente, contre une moyenne mondiale de 113 kg). Cette faible utilisation des engrais est souvent liée à des problèmes de prix (de l'engrais et des produits vivriers) et à la perception du risque lié à l'investissement qu'en ont les paysans. Sa conséquence principale est une dégradation des sols par extraction, quasi minière, des nutriments et par baisse du taux de matière organique. Les dégradations du sol, liées à la baisse de matière organique, ne font qu'aggraver la fertilité de ces sols, en rendant l'efficacité des engrais encore plus problématique. Dans des pays encore peu peuplés, comme cela est souvent le cas en Afrique Subsaharienne, l'accroissement des productions s'est ainsi plus réalisé par l'accroissement des surfaces cultivées que par des gains de productivité.

Le remède se trouve, toutefois, d'avantage dans une gestion intégrée des différents éléments de la fertilité des sols que dans des apports massifs d'engrais qui risquent de ne pas être bien valorisés. Cette gestion de la fertilité des sols doit intégrer des apports d'éléments minéraux essentiels, le maintien d'un niveau convenable de matière organique et l'utilisation de processus biologiques (Bationo *et al.*, 1991 ; Swift, 1998). Ceci est particulièrement vrai pour la nutrition azotée qui peut être complétée par des apports d'azote organique, provenant de légumineuses,

1. IRRI : International Rice Research Institute (Philippines).

2. CIP : International Potato Center (Pérou).

3. CYMMIT : International Center for the Improvement of Maize and Wheat (Mexique).

plantées en association avec les cultures. Le programme TSBF¹ a ainsi développé une série d'hypothèses sur l'utilisation des produits de taille des légumineuses arbustives dans des systèmes agroforestiers. L'association céréales-légumineuses dans les systèmes de production est aussi très souvent testée et utilisée par les paysans (ICRISAT, 1997).

L'utilisation des résidus de récoltes est, par ailleurs, un grand enjeu, en particulier dans les régions arides et semi-arides. Ces résidus sont en effet traditionnellement donnés comme aliments au bétail, sans nécessaire retour des fumiers au sol, ou tout simplement utilisés comme combustibles pour cuire les aliments (Renard, 1997). Leur non-retour au sol accélère la dégradation des terres par perte de matière organique (Feller, 1994 ; Poss, 1991). En zones humides, cette situation existe aussi du fait des brûlis qui réduisent souvent cette source de nutriments en cendres qui ont perdu une grande partie de leurs qualités fertilisantes et améliorantes pour le sol. Des programmes de gestion conservatoire des terres utilisant des cultures associées sur pentes, comme alternative à des cultures sur brûlis, ont montré tout leur intérêt en Asie du Sud-Est (IBSRAM, 1995). Il n'en reste pas moins que l'apport d'éléments nutritifs, en particulier d'azote, de phosphore et de potasse, est absolument nécessaire à la valorisation des potentialités génétiques des variétés améliorées.

LA GESTION DE L'EAU

Au même titre que la nutrition minérale, l'apport d'eau pluviale ou d'irrigation est un facteur essentiel pour l'utilisation du potentiel génétique des cultures. Le développement de l'irrigation en Asie a été un élément clé de la révolution verte dans cette région en permettant des accroissements considérables de la production de riz (World Bank, 1990). La demande en irrigation va croissante, quand d'autres demandes d'eau – urbaines et industrielles – se développent aussi rapidement. La ressource eau étant limitée, ceci pose bien évidemment le problème du prix de l'eau d'irrigation et de la manière de la facturer aux producteurs.

La recherche travaille actuellement sur une meilleure utilisation de l'eau, en évitant les gaspillages, en choisissant des systèmes de cultures moins gourmands en eau, en organisant les producteurs et en recyclant certaines des eaux d'irrigation (Seckler *et al.*, 1998 ; Verdier, 1998). Le développement de micro réserves et une meilleure efficacité de l'irrigation restent ainsi, en zone aride et semi-aride, un élément majeur du développement de l'agriculture vivrière dans les années à venir (ICRISAT-ICARDA, 1999).

1. TSBF : Tropical Soil Biology and Fertility program. Nairobi (Kenya)

L'alimentation en eau des cultures ne peut toutefois se réduire à l'irrigation. La gestion des eaux pluviales et la prédiction météorologique à moyen terme représentent des éléments importants pour les stratégies paysannes d'amélioration de l'alimentation en eau des cultures.

La gestion des eaux pluviales par des techniques de concentration autour des plantes – billons cloisonnés, planches, cultures de décreu ou même barrages collinaires est très importante quand les possibilités d'irrigation sont réduites. L'ICRISAT et l'IBSRAM¹ ont ainsi mené des expérimentations sur vertisols en Afrique démontrant clairement l'intérêt de ces techniques de concentration de l'eau pluviale et leur acceptabilité par les paysans (IBSRAM, 1989).

La prévision météorologique à moyen terme est un autre outil, encore peu utilisé, qui devrait être très utile à la production vivrière. Les récents événements « El Niño » ont permis de prévoir des risques de cyclones, de fortes pluies ou de sécheresses qui se sont avérés tout à fait réels. Peu a encore été fait dans la traduction de ces prévisions dans les aménagements des calendriers agricoles mais on voit tout l'intérêt que cela peut représenter, en particulier dans des zones à fortes contraintes climatiques. Il faut noter toutefois la préparation d'un plan par l'IITA (1997) pour pouvoir multiplier rapidement le matériel de plantation de plantes à racines et tubercules en Afrique en cas de risques climatiques importants.

PROTECTION INTÉGRÉE DES CULTURES

Une autre cause majeure de pertes de rendement se situe dans les attaques d'insectes, de mammifères ravageurs, de maladies cryptogamiques ou virales, ou tout simplement dans la concurrence des adventices. La réponse traditionnelle est chimique ou agronomique. Elle est liée à chacune de ces pestes prises instantanément. La protection intégrée des cultures s'oriente de plus en plus vers une compréhension du mode de développement de ces pestes et vers une réponse diversifiée à partir de seuils d'attaque.

La lutte chimique raisonnée s'appuie sur des techniques d'avertissement, sur des produits et modes d'application plus respectueux de l'environnement et sur des stratégies destinées à contourner l'apparition de résistances chez ces ravageurs (CIRAD, 1999).

À côté de cette lutte chimique raisonnée, se développent des recherches sur les techniques de résistance génétique aux maladies cryptogamiques ou aux ravageurs. Ces techniques ont permis, par exemple, de lutter efficacement, grâce à des plantes transgéniques,

1. IBSRAM : International Board for Soil research and Management. Bangkok, Thaïlande.

produisant des toxines Bt, contre les chenilles foreuses de tiges de céréales (CIRAD, 1999) ou grâce à des hybrides adaptés contre la nécrose de l'arachide (ICRISAT, 1995).

Ceci ne réduit pas toutefois l'intérêt de la lutte agronomique par l'utilisation de rotations des cultures comme cela est le cas pour la lutte contre le striga sur le sorgho ou le maïs en Afrique de l'Ouest (IITA, 1997 ; ICRISAT, 1997). Ce qui est vrai pour les ennemis directs des cultures, l'est aussi pour les ennemis indirects que sont les mauvaises herbes. Des plantes résistantes à des herbicides ont été développées facilitant par là même l'entretien de ces cultures. Cette dernière avancée n'a pas été toutefois sans soulever de multiples réserves environnementales liées au risque de dissémination des gènes de résistance aux adventices elles-mêmes.

LES SYSTÈMES AGRAIRES ET LES SYSTÈMES DE CULTURES SPÉCIFIQUES

Il est vrai que l'introduction d'une nouvelle variété où des apports d'intrants ou d'irrigation ne se font pas isolément. Ils s'inscrivent dans des systèmes de cultures et dans des systèmes agraires. La logique paysanne ne porte pas sur le rendement des cultures individuelles mais sur le rendement de ces systèmes, pris globalement, et sur la perception qu'ont les producteurs de leurs opportunités et de leurs contraintes.

Les systèmes de cultures multiples et les associations agriculture-élevage sont d'ailleurs la règle générale en Afrique. Ils permettent de réduire les risques climatiques et de maladies, liés à la monoculture et d'utiliser au maximum les potentialités de l'espace rural. Ils permettent aussi de créer des synergies entre les différents éléments du système de production. L'amélioration de la productivité de ces systèmes passe par une analyse des pratiques paysannes et par une expérimentation, en milieu paysan, des possibilités de changement. Ce type d'approche, promu par l'école agraire française (Dumont, 1935 ; Sébillotte, 1974 ; Jouve, 1996 ; Mazoyer et Roudard, 1997) n'a encore que peu percé au niveau international car il est difficile à mettre en place, à conduire et à évaluer ainsi qu'à promouvoir auprès des bailleurs de fonds. Il reste toutefois la clé de la transmission du savoir technique en milieu paysan. Parmi les systèmes où cette approche est la plus pertinente, il faut citer les systèmes agriculture-élevage en zone sahélienne, les associations cultures de rente (coton, par exemple) – cultures vivrières ou les systèmes d'abattis-brûlis en zone forestière. Il est à souligner que ces systèmes dérivent souvent de systèmes traditionnels, la culture de rente étant le point d'entrée de l'innovation technique.

Le développement considérable des villes a toutefois orienté certains des secteurs les plus marchands de l'agriculture – production de

légumes, fruits, lait, volailles – à la périphérie des villes. Certains de ces secteurs, comme la production de lait en Inde, se retrouvent à la périphérie des grandes villes, avec transfert des résidus de récoltes en provenance de la campagne (Singh *et al.*, 1997). Ces développements, souvent organisés par le secteur commercial de vente des farines animales, se trouvent extrêmement encadrés et très performants. La recherche ne peut alors qu'accompagner ce secteur en rapide développement.

TRAITEMENT DES RÉCOLTES ET VALORISATION DES PRODUITS

Une fois la récolte effectuée, la réduction des pertes après récoltes et la valorisation des produits sont deux des enjeux majeurs de la sécurité alimentaire.

Les pertes après récoltes sont estimées à plus de 20 % en moyenne en Afrique et ces chiffres sont certainement sous-estimés dans les régions reculées. La transformation des produits, leur stockage et leur transport vers les marchés sont des questions cruciales pour la sécurité alimentaire. Elles peuvent transformer des situations de quasi famine en situation de bonne nutrition. De nombreuses recherches sont menées sur ce sujet, mais peu sont encore publiées (WRI, 1998-99).

Au-delà de la limitation des pertes de récoltes, la valorisation des produits par leur transformation, par une recherche de qualité et par un effort de commercialisation sont des points très positifs développés dans des programmes de recherche menés par le CIRAD¹ et le CNEARC² (Programme Aval). Ils permettent de tirer un meilleur parti des productions et d'asseoir l'économie familiale dans les campagnes.

2) Mieux gérer l'utilisation des ressources naturelles

L'accroissement de la productivité des cultures de façon durable ne peut se faire sans une saine gestion des ressources naturelles et/ou sans une prise en compte de leurs contraintes. C'est d'ailleurs la deuxième priorité, proposée au Groupe de la recherche agricole internationale, par la revue externe du groupe (Shah et Strong, 1999).

1. CIRAD : Centre de Coopération internationale en recherche agronomique pour le développement

2. CNEARC : Centre National d'Études Agronomiques des Régions Chaudes

GESTION DURABLE DES SOLS

Les constats récents sur la dégradation des sols ont inquiété par leur ampleur (Oldeman *et al.*, 1990). Ils portent sur des chiffres impressionnants – 9 millions d'hectares auraient perdu toute possibilité de production et 1,2 milliard d'hectares seraient modérément dégradés sur un total de 2,5 milliards d'hectares, considérés comme cultivables par la FAO. Ces dégradations seraient principalement liées à l'épuisement des terres déjà fragiles (Pédro, 1999) sans retour d'éléments nutritifs, à l'érosion hydrique ou éolienne et à l'engorgement/salinisation des terres de bas-fond. Ces chiffres sont alarmants dans la mesure où la quête de nouvelles terres qui, jusque là, était la principale réponse à une demande accrue de production agricole n'est plus vraiment possible dans certaines des régions – Asie et Afrique du Nord en particulier – où cette demande est très forte (Alexandratos, 1995).

Les pertes de nutriments et l'acidification des sols qui sont associées à la mise en culture sont très certainement la cause la plus répandue de dégradation des terres. Elles touchent les pays tropicaux en général et plus particulièrement l'Afrique où comme nous l'avons vu les retours d'éléments fertilisants dans les terres cultivées sont minimes. Les stratégies de nutrition intégrée des plantes sont donc indispensables pour remédier à cette dégradation.

Le travail du sol présente, pour sa part, un certain nombre de risques en matière de dégradation de la structure des sols. Le labour classique entraîne souvent la production d'une surface meuble, susceptible d'être érodée et la mise à nu d'une semelle de labour peu propice à la croissance des plantes. Cette dégradation qui a été notée, depuis de nombreuses années en Amérique du Nord, devient commune en région tropicale, en particulier dans les zones de grandes cultures comme le Brésil ou l'Asie du Sud-Est. Elle est moins sensible en Afrique Subsaharienne où le travail du sol par des tracteurs n'est pas encore très répandu, mais elle commence à apparaître et à prendre de l'importance. Face à cette situation, l'IITA et le CIRAD ont développé des techniques de semi direct sur couverture végétale (Lal, 1995 ; CIRAD, 1999).

La lutte contre l'érosion est par ailleurs devenue une priorité dans de nombreux pays en développement où cette dégradation devient un problème national. Les approches et techniques employées pour la conservation des sols ont évolué. Aux approches directives basées sur des techniques lourdes, telles que la construction des terrasses, se sont substituées des approches participatives entre chercheurs et agriculteurs, basées sur l'amélioration des techniques paysannes (Reij *et al.*, 1996) ou sur l'adoption de techniques biologiques – agroforestières ou autres – aux conditions locales (IBSRAM, 1995).

La conservation des sols est aussi envisagée à différentes échelles dans le paysage, le bassin versant étant l'unité de base de cette approche (M'Hiri et al., 1995).

MEILLEURE UTILISATION DES RESSOURCES EN EAU

L'augmentation des superficies irriguées de 100 à 260 millions d'hectares au cours des quarante dernières années s'est accompagnée de gaspillages et de dégradation des ressources en sol. L'irrigation n'est pas qu'une affaire technique, son efficacité dépend des hommes qui vont la gérer et de l'adaptation des systèmes d'irrigation mis en place. Dans ce domaine, de nombreuses erreurs ont été faites par mauvaise prise en compte des besoins des agriculteurs, des besoins de drainage et des contraintes environnementales. La salinisation et l'engorgement de surfaces considérables parmi les meilleures terres à céréales du Moyen Orient et de l'Asie du Sud en sont les conséquences directes. Verdier (1998) illustre ces erreurs par le commentaire suivant : « *lorsque le manque de clairvoyance des irrigants s'est combiné à une myopie prononcée d'aménageurs aux ambitions pharaoniques, on a pu aboutir à des catastrophes écologiques, agronomiques et humaines aussi graves que celles que connaissent actuellement les régions bordant ce qui reste de la mer d'Aral* ». En Afrique Subsaharienne, l'exemple d'erreur technologique, longtemps cité, est celui de l'Office du Niger qui a été surdimensionné, sans tenir compte des besoins paysans. Les nouvelles approches de « gestion sociale de l'eau », telles qu'elles sont enseignées au CNEARC, devraient aider à trouver des solutions à ces gaspillages et à ces dégradations liées à l'irrigation.

BIODIVERSITÉ ET CONSERVATION DU PATRIMOINE GÉNÉTIQUE

La connaissance et l'utilisation du patrimoine génétique est la source de toute amélioration variétale. De nombreuses recherches restent cependant à faire dans ce domaine. L'UNEP (1995) estime que notre connaissance du monde biologique est très faible. Même en ce qui concerne le monde végétal qui est un des mieux connus, il resterait encore de 20 à 50 % d'espèces non identifiées. Ces chiffres ne tiennent pas compte de la variabilité génétique au sein des espèces qui intéressent les agronomes. Ils seraient, par ailleurs, bien plus importants dans le cas des insectes, des virus ou des champignons que dans celui des plantes.

Ce qui rend la situation grave est l'inégale lutte de vitesse entre les découvertes de nouvelles espèces et leur destruction par déforestation, pollution ou autres destructions. Toujours l'UNEP considère que 5 à 20 % de certains groupes d'animaux ou de plantes pourraient disparaître dans un futur proche.

Cette situation dramatique est encore compliquée par les nouvelles règles sur la propriété du patrimoine génétique des pays qui limitent les échanges de matériels génétiques d'un pays à l'autre et rendent la prospection délicate. Il faut se souvenir que la première révolution verte a justement été fondée sur la libre circulation des ressources génétiques.

L'avenir de la forêt est, à ce sujet, un élément crucial dans le maintien de la biodiversité. La forêt est en effet l'habitat de la plupart des espèces végétales et animales terrestres. Or sa destruction se poursuit à un rythme élevé (13 à 15 millions d'hectares par an, suivant la FAO, 1997). Plus grave, le morcellement des massifs forestiers et la disparition des jachères rend la viabilité de certaines espèces végétales et animales difficile.

L'association des populations au maintien des réserves forestières est très certainement une des solutions à adopter. Des recherches sont en cours sur ce sujet au CIRAD-EMVT et dans d'autres centres de recherches. Il est important de les poursuivre en tenant bien évidemment compte du développement des populations en question et du financement de ces opérations.

3) Réduire les risques environnementaux et de santé liés à l'agriculture

Produire et maintenir de façon durable la capacité de production a ses limites liées aux effets, hors site, de ces productions. Les populations urbaines et même les populations rurales ont des exigences sur la qualité de la vie et les risques liés aux pratiques agricoles qui forcent la recherche à analyser ces phénomènes.

LA QUALITÉ DES EAUX

La qualité des eaux est très certainement l'élément le plus souvent avancé comme risque environnemental. Les questions de charges en nitrates, en pesticides ou en autres éléments polluant les nappes sont aujourd'hui des questions très sensibles en Europe et en Amérique du Nord. Elles deviennent aussi d'actualité dans les PVD. Les pollutions, liées à l'agriculture périurbaine – horticulture, production de fruits, élevages intensifs sont telles dans les canaux entourant Bangkok qu'elles ont incité G. Trébuil (1993) à pousser un cri d'alarme « *le cinquième dragon ne sera pas vert !* ». La pollution urbaine y est bien sûr pour quelque chose mais l'usage abusif de pesticides et d'engrais, principalement de nitrates, créent une eutrophisation des cours d'eaux et une pollution de fond, difficile à éliminer. Des situations similaires se retrouvent dans les pourtours de nombreux autres centres urbains dans les PVD. De ce

point de vue, l'établissement de normes, fiables pour la santé humaine, sont essentielles. Encore faut-il trouver un équilibre entre ce qui est désirable et ce qui est possible. Les normes n'ont en effet d'intérêt que si elles sont appliquées.

RÉDUCTION DES RISQUES SUR LA SANTÉ DES AGRICULTEURS

L'accroissement des intrants et notamment des pesticides crée un réel problème de santé publique. 7 à 13 % de la population agricole totale serait intoxiqué par les pesticides (WHO 1990). Cette intoxication prend toutefois plusieurs formes, en fonction des cultures produites. Pingali et Roger (1995) soulignent l'impact des pesticides sur la santé des paysans pratiquant la culture du riz et proposent des règlements. Il est de notoriété publique que la culture du coton dans des pays comme la Thaïlande s'accompagne de très nombreuses intoxications des paysans par les pesticides. Ce qui pose peut-être encore plus de questions est l'intoxication d'agriculteurs, produisant des cultures, à haut revenu, dans les PVD pour les marchés Nord-Américains et Européens. Les pesticides employés seraient en effet souvent bannis dans les pays développés mais continueraient à être utilisés dans les PVD et seraient à l'origine de nombreuses intoxications (Thrupp, 1995).

La solution passe par l'analyse des situations actuelles, l'application de normes et le contrôle de la qualité des intrants mis sur le marché.

PROBLÈMES DE SANTÉ LIÉS À L'IRRIGATION ET À LA DÉFORESTATION

La déforestation et l'extension de l'irrigation créent, par ailleurs, des conditions favorables au développement de nombreuses maladies, dont le paludisme. En dérégulant les équilibres naturels, ces deux activités favorisent la prolifération des vecteurs de maladie. Près de trente maladies différentes ont été associées à l'irrigation et les taux de mortalité peuvent être élevés (WHO, 1992). Il en va de même de la déforestation (Walsh *et al.*, 1993). Le cas est typique au Brésil où le rush vers les mines d'or du Mato Grosso et la déforestation dans le bassin de l'Amazonie ont favorisé un accroissement considérable de l'épidémie de malaria.

INFLUENCE DE LA DÉFORESTATION SUR LES INONDATIONS ET SUR LA SÉCHERESSE

La déforestation favorise aussi le ruissellement et donc les inondations durant les périodes de fortes pluies et la sécheresse durant les périodes sèches. Le cas a été évoqué récemment en Chine avec les inondations catastrophiques de 1999. Ainsi le bassin versant de la rivière Li, dans la province de Guangxi, serait si dégradé que ce cours d'eau ne serait plus navigable en saison sèche, comme il avait coutume

de l'être, et serait la source régulière d'inondations en saison des pluies. Des aménagements de bassin versant pour réguler les approvisionnements en eau sont la solution. Ils sont encore bien peu nombreux par rapport à une demande criante.

RISQUES LIÉS AUX OGM ET AUX INNOVATIONS TECHNIQUES

Les risques liés à la possible toxicité des OGM qui n'ont pour l'instant pas été démontrés, ou aux effets environnementaux négatifs qu'ils pourraient avoir, ont de nos jours un impact considérable sur la perception qu'en ont les consommateurs. Cela irait, d'après « The Economist (15 janvier 2000) » jusqu'à une remise en cause de ces nouvelles semences par les agriculteurs Nord-Américains. Cet exemple pose tout le problème de l'innovation technique, qu'elle soit de nature biologique, chimique ou mécanique et des risques qu'il y a à la mettre en œuvre.

L'une des façons de contrôler ces risques est d'organiser une veille scientifique sur les conséquences environnementales et de santé de ces dynamiques agraires et d'utiliser le principe de précaution dès qu'un risque sérieux se présente. Cette veille scientifique justifie et nécessite l'implication de la recherche publique dans des domaines comme la biotechnologie où les questions de santé sont en cause. Cette veille que l'on a toutefois du mal à organiser dans les pays développés reste encore du domaine du rêve dans les pays en voie de développement. Il n'y a pour cela que de voir les difficultés de la lutte antiacridienne qui doit mobiliser les efforts de plusieurs États sur un fléau pourtant bien réel et connu.

Conclusion

Le progrès scientifique dans le domaine de la sécurité alimentaire et du développement durable ne peut se réduire à des questions d'accroissement de la productivité. Certes, cette dernière est nécessaire et les espoirs que l'on peut placer dans les progrès des biotechnologies sont tout à fait encourageants. La réflexion sur l'apport du progrès scientifique à la sécurité alimentaire et au développement durable ne pourra toutefois faire l'économie :

- d'une bonne compréhension des sociétés et leur capacité à intégrer des innovations techniques ;
- d'une intégration des techniques dans une approche système ;
- d'une association entre les techniques génétiques, chimiques et mécaniques, et de leur intégration dans les cycles biologiques, et surtout ;
- du développement de techniques répondant aux besoins du monde rural et de la société dans son ensemble.

Les trois parties traitées dans cette présentation correspondent à des préoccupations de plus en plus complexes des chercheurs et des décideurs. Il y a vingt ans, on se serait probablement limité aux préoccupations d'accroissement de la productivité. Il y a dix ans on aurait intégré les préoccupations de gestion des ressources naturelles. Les risques de santé et environnementaux sont des enjeux récents, mais qui envahissent maintenant le domaine scientifique à la demande de la société. Notre recherche doit ainsi devenir de plus en plus holistique, en vue de répondre à des questions de société autant qu'à des préoccupations scientifiques. Une grande question reste cependant posée : le progrès scientifique pourra-t-il aider les pays en voie de développement à rendre leur secteur rural viable et compétitif dans le cadre d'une société dominée par le libre échange et par la mondialisation du commerce ? En d'autres termes quelles sont les conditions sociales et économiques pour que le progrès scientifique bénéficie réellement aux sociétés rurales du Sud ?

BIBLIOGRAPHIE

- Alexandratos N., Ed. *World Agriculture : Towards 2010*, an FAO study. John Wiley and sons. Chichester, UK, 1995.
- Bationo A., Mokwunye A.U. Role of manure and crop residue in alleviating soil fertility constraints to crop production with special reference to the Sahelian and Sudanian zone of west africa. *Fertilizer research*, vol. 29 : 1991, 117-125.
- CIRAD (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement), 1995 – CIRAD Paris.
- CIRAD (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement), 1999 – Images de la recherche – CIRAD Paris.
- Cornet A., Hainnaux G. Face aux évolutions du monde rural tropical et aux enjeux du développement, quelques pistes pour la recherche. *C.R. Acad. Agric. Fr.* 80 n° 8 : 1994, 195-208.
- Dumont R. La culture du riz dans le delta du Tonkin. Études et propositions d'amélioration des techniques traditionnelles de riziculture tropicale. Prince of Songkla University, Thaïlande. 1935 (édition revue, corrigée et augmentée en 1995), 592 p.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). *Food outlooks*. FAO Rome, 1995.

- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). State of the world forest 1997. FAO Rome, 1997.
- Feller C. *La matière organique dans les sols tropicaux à argile 1:1. Recherche de compartiments organiques fonctionnels. Une approche granulométrique*. Thèse Doct. ULP Strasbourg. 1994, 393 p.
- Griffon M. *Éléments de prospective technologique pour une révolution doublement verte*. Séminaire international : vers une révolution doublement verte. Poitiers 8-9 octobre 1995.
- IBSRAM (International Board for Soil Research and Management) Vertisol Management in Africa. IBSRAM Proceeding N° 9. IBSRAM Bangkok, Thaïlande. 1998, 422 p.
- IBSRAM (International Board for Soil Research and Management) International Workshop on conservation farming for sloping uplands in Southeast Asia : challenges, opportunities and prospects. IBSRAM Proceeding N° 14. IBSRAM Bangkok, Thaïlande. 1995, 357 p.
- ICRISAT (International Crop Research Institute for the Semi Arid Tropics). Annual Report. ICRISAT Patancheru, Inde, 1995.
- ICRISAT (International Crop Research Institute for the Semi-Arid Tropics). Annual Report. ICRISAT Patancheru, Inde, 1997.
- ICRISAT – ICARDA. Efficient soil water use : the key to sustainable crop production in dry areas. ICRISAT Patancheru, Inde. 1999, 489 p.
- IITA (International Institute for Tropical Agriculture). Annual Report. IITA Ibadan, Nigeria. 1997, 96 p.
- Jouve Ph. *Approche systémique des modes d'exploitation du milieu rural*. Dossier Habil. Recherche Univ. Paris X, 1996.
- Lal R. *Sustainable management of soil resources in the humid tropics*. United Nations University Press, Tokyo, New York, Paris. 1995, 146 p.
- Latham M. Science du sol et société, des défis à l'aube du XXI^e siècle. In : *Conférences et débats introductifs*. 16^e Congrès Mondial de Science du Sol, Montpellier – France : 1998, 93-100.
- Mazoyer M., Roudard L. *Histoire des agricultures du monde du néolithique à la crise contemporaine*. Ed. du Seuil Paris. 1997, 534 p.
- M'hiri A., Ben Saïd M., Kaabia M., Bachta M.S. Pour une approche holistique de la restauration des terres soumises à l'érosion hydrique dans le Nord-Ouest de la Tunisie. In : *Actes du congrès international pour la restauration et la réhabilitation des terres dégradées des zones arides et semi-arides*. Djerba, Tunisie, 1994.
- Njeunga J. Constraints to variety release, seed multiplication, and distribution of sorghum, pearl millet, and groundnut in Western and Central Africa. In : *Alternative strategies for small holder seed supply*. ICRISAT Patancheru, Inde, 1997.
- Oldeman L.R., Hakkeling R.T.A., Sombroek W.G. World map of human-induced soil degradation : an explanatory note. International Soil Reference and Information Centre (ISRIC) Wageningen, Pays-Bas. 27 p. + 3 cartes, 1990.

- Pédro G. Bien prendre en compte dans les zones tropicales les limitations (ou les handicaps) pédologiques, afin de mieux réussir une mise en valeur durable (cette publication p. 17-24), 1999.
- Pingali P.L., Roger P.A. (eds). *Impact of pesticides on farmer health and the rice environment*. International Rice Research Institute (IRRI) Los Baviromentles les limitati, 1995.
- Poss R. *Transferts de l'eau et des éléments minéraux dans les terres de barre du Togo. Conséquences agronomiques*. Thèse Doct. Univ. Paris VI. 1991, 335 p.
- Reij C., Scoones I., Toulmin C., 1996 – *Sustaining the soil. Indigenous soil and water conservation in Africa*. Eathscan Publication Ltd. London, UK.
- Renard C. ed. *Crop residues in sustainable mixed crop/livestock farming systems*. CAB Wallingford, UK. 1997, 322 p.
- Seckler D., Amarasinghe D.M., de Silva R., Barker R. *World water demand and supply, 1990-2025 : scenarios and issues*. Research Report 19 – International Water Management Institute (IWMI) Colombo, Sri Lanka. 1998, 42 p.
- Sebillotte M. Agronomie et agriculture. Essai d'analyse des tâches de l'agronome. Cah. ORSTOM ser. Biol. N° 24 : 1974, 3-25.
- Serageldin I. *Biotechnology and food security in the 21st century*. Science, vol. 285 – 16 jul. 1999 : 387-389.
- Shah M., Strong M. Food in the 21st century : from science to sustainable agriculture. Consultative group for International Agricultural Research (CGIAR) Washington, USA. 1999, 72 p.
- Singh K., Habib G., Siddiqui M.M., Ibrahim M.N.M. Dynamics of feed resources in mixed farming systems in South Asia. In : *Crop residues in sustainable mixed crop/livestock farming systems*. CABI Wallingford, UK, 1997.
- Swift M.J. Integrating soils, systems and society. In : *Conferences et débats introductifs*. 16^e Congrès Mondial de Science du Sol. Montpellier, France : 1998, 59-74.
- Thrupp L.A. *Bittersweet harvests for global supermarkets : Challenges in Latin America Agriculture export boom*. World Resources Institute. Washington D. C, USA, 1995.
- Trebuil G. *Agriculture pionnière, révolution verte et dégradation de l'environnement en Thaïlande : le cinquième dragon ne sera pas vert*. Tiers Monde, Tome 34 N° 134 : 1995, 365-383.
- UNEP (United Nation Environment Program). *Global diversity assessment*. Cambridge University Press. Cambridge, UK, 1995.
- Verdier J. Importance de l'irrigation. In : *Le Potentiel de production de céréales dans le monde*. Défi blé 1998. Paris, France : 1998, 9-12.
- Walsh J.F. et al. *Deforestation : Effect on vector-borne disease*. Parasitology vol. 106, 1993.

World Bank. *Irrigation and drainage research : A proposal*. World Bank. Washington DC, USA, 1990.

WHO (World Health Organization). *Public Health, Impact of pesticides used en agriculture*. WHO. Genève, Suisse, 1990.

WHO (World Health Organization). *Our planet, our health*. WHO. Genève, Suisse, 1992.

WRI (World Resources Institute). *World Resources. A guide to the global Environment*. WRI. Washington DC, USA, 1998-1999.

Sécurité alimentaire et développement durable

Colloque du 2 décembre 1999

Fondation SINGER-POLIGNAC
Président : Édouard BONNEFOUS
Chancelier honoraire de l'Institut de France
Ancien Ministre d'État

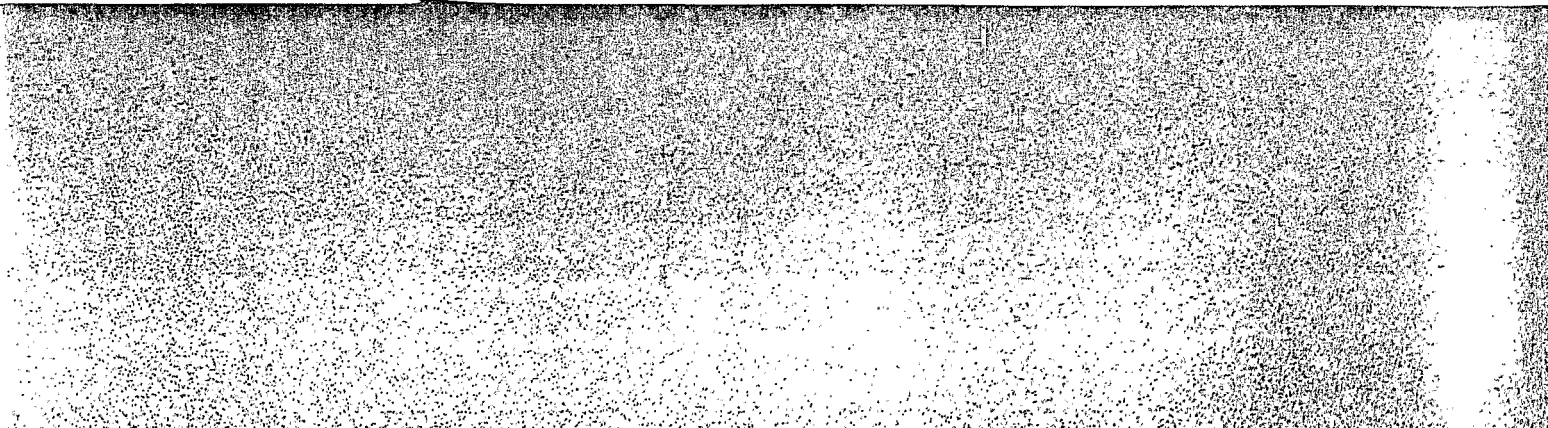
ACADÉMIE DES SCIENCES
Paul GERMAIN

ACADÉMIE DES SCIENCES
MORALES ET POLITIQUES
Pierre BAUCHET



11, rue Lavoisier
F-75384 Paris cedex 08

LONDRES - PARIS - NEW YORK





© TECHNIQUE & DOCUMENTATION, 2000

ISBN : 2-7430-0397-9

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans autorisation de l'éditeur ou du Centre Français d'Exploitation du droit de copie (20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 1^{er} juillet 1992 - art. 40 et 41 et Code Pénal art. 425).