

## QUESTIONS DE DURABILITE POUR LA RECHERCHE AGRICOLE EN AFRIQUE

Thomas REARDON (\*), Nurul ISLAM (\*\*), Michel BENOIT-CATTIN (\*\*\*)

### RESUME

*Ce document traite deux ensembles de questions qui se posent aux chercheurs qui essaient d'incorporer des éléments de durabilité dans leurs stratégies de recherche agricole en Afrique: (i) Quels systèmes de production devraient être proposés: est-il préférable de promouvoir des systèmes à forte utilisation d'intrants plutôt que des systèmes à faible utilisation d'intrants? Quels sont les effets de ces systèmes de production sur l'environnement? En quoi la solution sera-t-elle différente selon qu'il s'agira de zones à potentiel élevé ou à potentiel faible? (ii) Les agriculteurs accepteront-ils d'investir dans les innovations visant la productivité et la durabilité proposées par les chercheurs agricoles? Comment ces innovations devront-elles être conçues de façon à maximiser la probabilité d'adoption?*

*Le document souligne que les systèmes à forte utilisation d'intrants ne dégradent pas nécessairement les ressources disponibles du sol et de l'eau s'ils sont accompagnés d'investissements dans des mesures de durabilité, et ils peuvent être nécessaires pour avoir une croissance rapide de l'agriculture; en plus, les systèmes à faible utilisation d'intrants (externes) mais qui ont de bonnes performances, comme par exemple la biotechnologie, pourraient occasionner des dépenses publiques très importantes (pour des biens publics); finalement, les investissements dans la durabilité au niveau de l'exploitant peuvent être en concurrence avec d'autres investissements, comme par exemple dans les activités non agricoles, et sont parfois contraints par un certain manque de crédit et de liquidités. Les innovations dans le domaine de la durabilité doivent être conçues d'une manière qu'elles puissent être compétitives et aussi être assez bon marché pour ne pas être ignorées à cause de contraintes de trésorerie.*

### MOTS-CLES

Durabilité - Recherche agricole - Intensification - Système de production - Zonage - Productivité agricole - Intrant - Dégradation - Stratégie paysanne - Investissement - Revenu - Afrique.

### INTRODUCTION

Le présent document examine plusieurs questions auxquelles sont confrontées les institutions de recherche agricole dans leurs efforts pour incorporer les aspects de «durabilité» («sustainability») dans les stratégies de recherche. Il se concentre sur l'Afrique subsaharienne, et plus particulièrement sur les zones semi-arides en culture sous pluie.

Dans ce contexte, le terme «durabilité» signifie, selon le CCT/GCRAI (1988):

«... la bonne gestion des ressources pour permettre à l'agriculture de faire face aux besoins des populations à mesure qu'ils évoluent tout en maintenant ou améliorant la qualité de l'environnement et en préservant les ressources naturelles.»

Ce document est basé sur un texte en anglais (avec des modifications): T. REARDON and N. ISLAM. Issues of Sustainability in Agricultural Research in Africa, dans les *Proceedings of the Symposium on the Sustainability of Agricultural Production Systems in Sub-Saharan Africa*, Norwegian Centre for International Agricultural Development Occasional Papers Series C. (avec leur permission).

Nos remerciements à David ATWOOD, Pierre-Marie BOSCH, Christopher DELGADO, Michael LIPTON, John MELLOR, Peter ORAM, Ismaël OUEDRAOGO, Jean PICHOT, Christian PIERI, Steve VOSTI et Patrick WEBB pour leurs commentaires et idées utiles et détaillées.

Nous remercions également Raïsuccin AHMED de l'IFPRI d'avoir facilité la traduction du document d'origine.

(\*) Avant 1992, chercheur à l'IFPRI (USA); actuellement, Professeur associé d'économie agricole à Michigan State University, USA.

(\*\*) Principal conseiller en recherche à l'IFPRI, USA.

(\*\*\*) Chef de l'unité de recherche sur l'économie des systèmes ruraux, CIRAD/SAR, Montpellier, FRANCE.

Pour les agriculteurs pauvres et pour la masse croissante de la population, l'accent doit être mis sur l'amélioration, et non pas simplement sur la stabilisation, de la qualité et de la quantité de ressources disponibles du sol et de l'eau (1).

Pour les défenseurs de la durabilité, qu'ils appartiennent ou non à des institutions de recherche, plusieurs conditions s'imposent : les agriculteurs et les Etats doivent investir des ressources, à la fois pour améliorer la productivité des cultures et pour conserver/accroître la base des ressources ; les chercheurs doivent mettre au point de nouveaux moyens pour améliorer la productivité et la durabilité que les agriculteurs seront prêts à adopter et les décideurs prêts à appuyer.

Pour cela, plusieurs questions importantes, qu'il faudra résoudre, se posent, les deux principales étant les suivantes :

- Quelles stratégies de production devraient être proposées aux agriculteurs et aux Etats : dans quelle région est-il préférable de promouvoir des systèmes à forte utilisation d'intrants plutôt que des systèmes à faible utilisation d'intrants, et à quel moment ? Quels sont les effets de ces systèmes de production sur l'environnement ? Quels types d'investissements propres à appuyer la durabilité devraient accompagner ces systèmes ? En quoi la solution sera-t-elle différente dans des zones à potentiel agricole élevé ou à potentiel faible ?

- Les agriculteurs accepteront-ils d'investir dans les innovations visant la productivité et la durabilité proposées par les chercheurs agricoles ? Comment ces innovations devront-elles être conçues de façon à maximiser la probabilité d'adoption ? Quels sont les effets des choix des agriculteurs sur l'environnement ou sur les ressources disponibles au niveau de la ferme ?

Ce sont là des questions essentielles et les chercheurs dans les domaines socio-économiques, agricoles et écologiques devront s'unir pour s'efforcer de les résoudre, et cela dès l'étape initiale d'orientation de la recherche agricole.

La perspective clé est que la durabilité de la production agricole devrait être abordée du point de vue des investissements et de l'affectation des ressources. Ceci suppose un ensemble d'innovations (produits ou pratiques comme l'aménagement de diguettes, de cultures en terrasse, et la plantation de haies) auxquelles l'agriculteur et l'Etat (2) consacrent des ressources (main-d'œuvre, terres et capitaux). Ces investissements peuvent entrer en concurrence avec d'autres (dans le secteur agricole aussi bien que dans les secteurs non agricoles) pour s'attribuer une part du capital, de la main-d'œuvre, et des revenus monétaires peu abondants dont disposent l'agriculteur et l'Etat.

Il est indispensable que les institutions de recherche intègrent cette perspective dans la conception et l'évaluation d'innovations en matière de productivité et de durabilité. Ces innovations devront être attrayantes pour l'agriculteur et à la mesure de ses moyens financiers, dans le cadre de sa stratégie globale d'investissements et d'obtention de revenus. Si tel n'est pas le cas, elles risquent fort d'être rejetées.

## I — DURABILITE ET SYSTEMES DE PRODUCTION

Le choix entre les systèmes de production à forte et à faible utilisation d'intrants est depuis de nombreuses années l'un des principaux thèmes de discussions dans les milieux de la recherche (TOURTE et al., 1971). Plus récemment, le débat a pris plus d'ampleur à cause de l'intérêt pour la durabilité de l'agriculture.

Nous examinerons la question de deux points de vue : le choix entre systèmes à forte utilisation d'intrants et systèmes à faible utilisation d'intrants (abstraction faite du potentiel de la région) ; les différences de potentiel d'une région à l'autre.

### 1. Systèmes à forte utilisation d'intrants ou systèmes à faible utilisation d'intrants ?

Il semble qu'un certain nombre de chercheurs estiment que la prise en compte de la «durabilité» risque d'entraver l'objectif principal qui est d'accroître les rendements et la productivité des facteurs,

(1) Pour LYNAM et HERDT (1988), la durabilité signifie que la production est stabilisée au niveau approximatif de sa tendance, ou est accrue.

(2) Le terme "Etat" indique ici tous les niveaux de l'administration centrale ou locale au-dessus de l'agriculteur et du village : district, nation.

grâce principalement à l'intensification. Ils s'appuient, semble-t-il, sur l'hypothèse selon laquelle un «système reproductible» serait un système à faible utilisation d'intrants, position des écologistes des pays du Nord. (GOLDSMITH, 1991)

### a) Un débat traditionnel

Les systèmes à très forte utilisation d'intrants sont de plus en plus critiqués dans les pays industriels où on leur reproche de polluer l'environnement (salinisation des sols provenant de l'irrigation, pollution des fleuves et des nappes par les engrais, les pesticides et les herbicides). Dans les pays en développement, les systèmes à forte utilisation d'intrants peuvent également polluer. Le niveau d'utilisation d'intrants y étant généralement faible, la pollution proviendra plutôt d'une mauvaise utilisation des intrants chimiques que de la quantité absolue de ces derniers. Le problème est particulièrement sérieux en Asie, où le niveau d'utilisation d'intrants chimiques est beaucoup plus élevé, qu'en Afrique.

Il convient ainsi d'établir nettement la distinction entre les deux types de problèmes écologiques : pollution et dégradation des ressources naturelles disponibles (en particulier, pour l'agriculture, les terres et les eaux). Un ensemble spécifique d'aspects écologiques est associé à chaque phase du développement agricole. Dans un pays d'agriculture traditionnelle et peu performante, la croissance démographique va pousser de plus en plus loin la réduction des jachères et la mise en culture des terres marginales, ce qui entraîne dégradation et appauvrissement. Si l'on entreprend un processus d'intensification fondé sur une sélection efficace des plantes et sur une politique agricole incitative, de nouveaux problèmes se présenteront, notamment l'épuisement des sols (sous l'effet des labours profonds, du raccourcissement des jachères et de l'utilisation de variétés à forte absorption des éléments nutritifs des sols). Si l'on parvient à résoudre ces problèmes (grâce à l'utilisation d'engrais, à l'assolement, etc.), d'autres apparaîtront - infestation et maladies - en raison de l'existence de vastes peuplements de cultures homogènes. L'utilisation de pesticides et d'engrais pour les combattre peut à son tour entraîner des pollutions.

En Afrique, la pollution n'est pas aujourd'hui le principal problème à moyen terme (sauf dans le cas des pesticides lorsqu'ils sont mal utilisés sur certaines cultures telles que le coton et l'ananas) mais il se peut qu'elle risque de le devenir à long terme. Le principal problème est la dégradation des sols.

Les systèmes à forte utilisation d'intrants risquent d'entraîner la dégradation de l'environnement. Par exemple, dans les zones semi-arides aussi bien que dans les zones humides d'Afrique, le labour profond (avec traction animale) risque de provoquer la détérioration des sols déjà fragiles et de conduire à l'érosion. Dans le contexte des zones tropicales semi-arides d'Afrique de l'Ouest, NICOU et CHARREAU (1985), bien que leurs travaux aient porté sur les techniques de travail du sol et leur intérêt pour les sols sableux d'Afrique de l'Ouest, reconnaissent que:

*«Certains (agronomes) sont d'avis que le labour profond, particulièrement à la charrue, a des effets bénéfiques sur les sols et les cultures et devrait être généralisé. D'autres estiment que ces effets ne sont pas suffisamment importants ni réguliers pour assurer une rentabilité satisfaisante des coûts que cela représente pour l'agriculteur. Ils notent également que les labours profonds risquent d'avoir des effets négatifs à long terme, par exemple l'accélération de l'érosion et de l'épuisement de la matière organique. Ils recommandent un labour minimum ou nul.» (pps. 10-11)*

Un autre exemple est celui de l'utilisation d'engrais sur des sols organiquement pauvres (comme ceux des zones tropicales semi-arides d'Afrique de l'Ouest), SPENCER (1985) et PIERI (1985) sont d'avis que les matières organiques sont trop peu abondantes pour faciliter les échanges de cations. Selon MATLON et SPENCER (1984), l'utilisation d'engrais chimiques doit s'accompagner de l'incorporation de grandes quantités de matières organiques pour surmonter ce problème. Malheureusement, des quantités suffisantes d'engrais organiques et d'engrais verts sont difficiles à obtenir.

Dans un contexte général, LIPTON (1989) donne d'autres exemples. Il note la présence d'obstacles à la durabilité des systèmes de culture utilisant de «nouvelles semences» et les techniques de la Révolution Verte. Par exemple, la sélection des plantes conduit à l'adoption généralisée de nouvelles semences, ce qui réduit la diversité génétique. De vastes étendues de cultures homogènes sont plus vulnérables aux parasites et aux maladies que les cultures hétérogènes. Cependant, en Afrique de l'Ouest ce danger n'est que virtuel, même pour ce qui est du coton et du maïs.

les systèmes  
polluent

par leur quantité ou  
leur mauvaise  
utilisation

l'intensification  
entraîne d'abord une  
dégradation des  
ressources naturelles

puis des nuisances  
de types biologiques

et chimiques

le labour est parfois  
"risqué"

une fertilisation  
minérale doit être  
accompagnée d'une  
fertilisation organique

sensibilité des  
grandes cultures  
homogènes

et épulsem  
spécifique des sols

D'autre part, LIPTON estime que les nouvelles variétés peuvent donner de meilleurs rendements que les variétés traditionnelles dans un grand nombre de situations à faible utilisation d'intrants, mais elles tirent du sol de plus fortes quantités d'éléments nutritifs, ce qui risque d'épuiser les réserves de minéraux essentiels (comme, par exemple, le zinc) dans les sols en l'absence de restitution des sous produits de récolte.

Par ailleurs, les systèmes à faible utilisation d'intrants sont considérés par les environmentalistes (GOLDSMITH, 1991) comme « moins agressifs » pour l'environnement. Par exemple, un labour peu profond maintient l'intégrité des sols, l'absence d'irrigation à grande échelle réduit le risque de salinisation et une faible utilisation d'engrais chimiques minimise la pollution des eaux, etc.

#### ***b) La prise en compte du déficit alimentaire***

Cet affrontement traditionnel, dans les milieux écologiques et agronomiques, entre les adeptes des systèmes à faible utilisation d'intrants et ceux des systèmes à forte utilisation d'intrants se concentre sur les effets statiques et directs sur l'environnement. Ces derniers temps, la discussion s'est profondément modifiée, l'accent étant mis sur le contexte et les conséquences dynamiques (long terme) des systèmes. ORAM (1987), le CCT du GCRAI (1988), MELLOR (1988), LIPTON (1989) et PIERI (1989) soulignent qu'une agriculture à forte utilisation d'intrants ne mène pas nécessairement à la dégradation des ressources disponibles en sol et en eau.

utilisation et  
dégradation des  
terres marginales

Les systèmes à faible utilisation d'intrants sont fondés sur une utilisation comparativement peu efficace des terres et sur une faible performance. Pour produire suffisamment de produits vivriers pour nourrir une population croissante, les agriculteurs sont contraints d'empiéter sur des terres marginales de faible qualité. Ces dernières peuvent se dégrader rapidement (MATLON et SPENCER, 1984 ; MELLOR, 1988). La zone soudanienne du Sahel, en est un exemple (DUGUE, 1985 et 1989). Des systèmes à faible utilisation d'intrants peuvent avoir des effets préjudiciables sur l'environnement, par exemple la culture sur brûlis.

Par contre, avec l'intensification des cultures, les agriculteurs seraient moins poussés à utiliser des terres marginales. Cela semble être le cas dans les zones guinéennes de l'Afrique de l'Ouest où se pratique une agriculture à utilisation d'intrants relativement élevée (MATLON, 1987).

Intensifier en  
rétablissant la fertilité

et en conservant  
les sols

D'autre part, les systèmes à forte utilisation d'intrants peuvent contribuer au rétablissement de la fertilité des sols grâce aux engrais. Il est possible d'accroître considérablement les effets de ces derniers par des mesures de conservation des sols, notamment la culture suivant les courbes de niveau, l'aménagement de diguettes et les labours en billons (MATLON, 1985 ; CCT du GCRAI, 1988 ; MELLOR, 1988).

Pour améliorer la  
sécurité alimentaire

La dynamique démographique joue un rôle crucial : dans les pays en développement les plus pauvres, la croissance démographique est la plus grande, et avec elle, les besoins alimentaires. Dans les pays d'Afrique subsaharienne, l'offre alimentaire n'a pas suivi le rythme des besoins et l'écart ne cesse de s'élargir.

Dans ce contexte, toute mesure visant à améliorer la sécurité alimentaire du pays sera « politiquement viable ». L'horizon politique et l'horizon stratégique s'inscrivent tous les deux dans le court terme : de un à cinq ans. Pour l'environnement, l'horizon est, bien entendu, beaucoup plus lointain.

augmenter la  
productivité agricole,

pour accroître les bas  
revenus

Il est indispensable d'accroître radicalement la productivité agricole pour satisfaire ces besoins croissants, particulièrement dans les zones où les superficies arables sont très limitées (GRIFFON, 1991). Des études récentes sur la capacité de charge des terres ont permis d'identifier en Afrique un grand nombre de zones où les réserves en terres sont extrêmement faibles, malgré l'abondance apparente. Par exemple, le Niger est classé dans le même groupe que le Bangladesh sur le plan de la densité démographique par hectare de terre arable (HIGGINS et al., 1982 ; BINSWANGER, 1986).

L'amélioration de la productivité agricole débouche sur l'accroissement des revenus pour les populations pauvres, par l'intermédiaire :

- de la réduction des prix des produits alimentaires, d'où un revenu réel plus élevé pour les consommateurs,

- d'une augmentation directe du revenu des agriculteurs (si la baisse des prix est inférieure aux gains de productivité),
- de la création d'emplois non agricoles «d'amont et d'aval» (MELLOR, 1976) pour répondre à une demande accrue par l'amélioration des revenus.

L'augmentation des revenus agricoles signifie que les agriculteurs disposeront de liquidités plus importantes qu'ils pourraient investir dans la durabilité, et d'une plus grande «marge» de sécurité alimentaire. Grâce à cette dernière, le ménage agricole aurait la possibilité d'éviter de recourir à des stratégies à court terme qui dégradent l'environnement.

éviter les mesures  
extrêmes de survie  
nuisibles à  
l'environnement

En effet, la pauvreté peut conduire les agriculteurs à adopter un comportement à courte vue, nuisible à leur milieu (par exemple, la réduction des fumures organiques et minérales, ou la mise en culture de terres marginales sans procéder à des investissements adéquats pour protéger les sols). La dégradation des sols va entraîner un surcroît de pauvreté et provoquer ainsi l'adoption de mesures désespérées qui ne feront qu'aggraver la situation (Commission BRUNDTLAND, 1987 ; MELLOR, 1988 ; LIPTON, 1989).

et à l'intensification

La dégradation elle-même nuira à l'intensification. Par exemple, sur les sols dégradés et les parcelles mal protégées, les engrais seront peu efficaces et lessivés par les pluies. Lorsque la pauvreté s'accompagne de dégradation, les conditions nécessaires à l'intensification disparaissent (disponibilité de capitaux à investir dans les intrants et un environnement culturel propre à assurer une rentabilité à long terme des investissements dans la productivité et la durabilité).

### *c) Pour des systèmes à faible niveau d'intrants et à forte productivité*

On peut penser que la «Révolution Verte» a atteint ses limites en Asie et se heurte à de sérieux problèmes en Afrique où les sols, le régime des précipitations et l'infrastructure sont très différents de ceux de l'Asie (MATLON et SPENCER, 1984 ; ORAM, 1987 ; MELLOR, 1988).

Outre les problèmes inhérents au contexte géographique, l'adoption des technologies de la Révolution Verte (forte utilisation d'intrants) se heurte à des obstacles économiques au niveau des exploitations : insuffisance de liquidité et du crédit (MATLON, 1987, REARDON et al., 1988) et possibilités plus intéressantes d'utilisation des ressources du capital et du travail du ménage pour d'autres activités que les cultures.

Les obstacles matériels et économiques à l'adoption de systèmes à forte utilisation d'intrants, rejoignant les craintes de leurs effets sur l'environnement, ont amené les «agro-écologistes» à imaginer des systèmes «à faible utilisation d'intrants et à forte productivité» (ORAM 1987, PIERI 1989). Ce sont :

de nouvelles  
méthodes de  
production

- des systèmes traditionnels améliorés : il s'agit de systèmes traditionnels de cultures à faible utilisation d'intrants externes, mais avec l'incorporation de nouvelles méthodes de production (utilisation d'engrais verts, intégration de la foresterie ou de l'élevage) (LANDAIS, 1991; PELTIER, 1991), et d'investissements visant à accroître et protéger les ressources (techniques de récupération des eaux, notamment par l'aménagement de diguettes, les labours en billons, etc.).

Ces systèmes «traditionnels modifiés» présentent l'avantage de laisser entrevoir une augmentation de la production avec un faible niveau d'intrants importés et d'infrastructure de services et d'équipements (par exemple, systèmes de livraison d'engrais ou irrigation) (SCHULTZ, PARISH 1989). Cet avantage est considérable compte-tenu de la sérieuse pénurie de devises et du faible niveau de développement des infrastructures en Afrique.

une productivité  
plus faible

Toutefois, l'augmentation de la productivité paraît être inférieure avec de tels systèmes qu'avec un système à forte utilisation d'intrants, bien qu'il s'agisse là d'une question controversée. On pourrait les considérer comme un moyen de «transition» vers des systèmes à forte utilisation d'intrants, pendant la période durant laquelle les sources d'approvisionnement en intrants et les infrastructures sont développées.

et des besoins  
extérieurs importants

Cependant, le fait que les systèmes «traditionnels modifiés» utilisent une moins grande quantité d'intrants matériels extérieurs ne signifie pas qu'ils utilisent de faibles niveaux d'intrants peu abondants tels que la main-d'œuvre, la vulgarisation et même les capitaux. En fait, les dépenses de recherche et de vulgarisation peuvent être élevées pour ces systèmes, ce qui pose un problème considérable pour des Etats n'ayant à leur disposition que très peu de ressources. D'autre part, ces

activités de recherche étant plus ou moins naissantes, le niveau de risque est élevé. L'insuffisance de main-d'œuvre et de capitaux au niveau de l'exploitation peut également poser d'importants problèmes. Cette question-ci est examinée plus loin.

de nouveaux types  
d'intrants

- des systèmes non traditionnels avec utilisation de nouveaux types d'intrants (protection phytosanitaire intégrée, biotechnologie).

une recherche qui  
débute

Ces systèmes «non traditionnels» peuvent laisser envisager une amélioration plus importante de la productivité, mais rien n'est certain étant donné que la recherche dans ce domaine n'en est qu'à ses débuts. Toutefois, les coûts risquent d'être élevés pour l'agriculteur comme pour l'Etat. Par exemple, selon ORAM (communication orale) dans les pays en développement les systèmes de gestion phytosanitaire intégrée ou de biotechnologie risquent d'être beaucoup plus coûteux et difficiles à administrer que les systèmes fondés sur l'utilisation d'intrants conventionnels et utilisant des insecticides chimiques. Ils reposent en effet sur des éléments coûteux : contrôle biologique, vulgarisation et infrastructure d'approvisionnement. Il faut de plus se demander si le secteur privé sera prêt à y participer, sans parler de l'identification des mesures d'incitation qui seront nécessaires à cet effet.

une réalisation  
coûteuse

Autrement dit, des systèmes qui pourraient s'avérer maîtrisables et relativement peu coûteux dans les pays industriels risquent d'être hors de portée pour les pays africains. Il existe également plusieurs autres questions dont celles liées au contrôle et au contenu de la recherche biotechnologique, aux droits de propriété s'agissant de la modification génétique etc...

## 2. Zones à potentiel élevé ou zones à potentiel faible, quelle priorité pour la recherche ?

Il semble y avoir accord sur le fait que l'intensité et le type des systèmes d'intrants doivent être étroitement adaptés à la zone agroécologique et à la catégorie à laquelle appartiennent les agriculteurs visés, afin de maximiser l'efficacité et la viabilité du système de production.

Les zones agroécologiques peuvent être réparties entre zones à faible potentiel et zones à potentiel élevé. Il s'agira d'une zone à «faible potentiel» toutes les fois où les conditions pédo-climatiques ne permettent pas une amélioration substantielle de la productivité, compte tenu des prix et de la technologie disponible.

Deux questions devraient se poser : quel est le système de production le mieux approprié et le plus viable pour chaque catégorie de zone ? Quels sont les domaines où les problèmes sont les plus importants et par conséquent où la recherche devra être plus intensive ?

### a) Zones à faible potentiel

Ces zones se caractérisent par des ressources pédo-climatiques défavorables. En agriculture pluviale, les systèmes à faible utilisation d'intrants semblent être les plus aptes à survivre dans un tel environnement et correspondent le mieux aux moyens financiers des populations.

surcharge  
démographique

Dans de nombreuses régions d'Afrique (par exemple, l'Afrique de l'Ouest semi-aride), les zones à faible potentiel enregistrent une densité démographique comparativement élevée par rapport aux zones plus humides à potentiel élevé, mais également du point de vue de la capacité de charge des terres. Pour des raisons historiques et sociales, les populations sont restées dans ces zones mais les flux migratoires saisonniers, temporaires et parfois définitifs, sont importants (ZACHARIAH et CONDE, 1981). Dans certains cas, les Etats s'efforcent de faire face à la situation en essayant d'encourager les populations des zones à faible potentiel à se déplacer vers des zones à fort potentiel, mais il s'agit là d'un processus lent et difficile.

flux migratoires

infestations  
parasitaires

Ces mouvements de population sont également entravés par des facteurs matériels. De vastes étendues à potentiel élevé sont infestées par la mouche tsé-tsé et le vecteur de l'onchocercose.

Dans la mesure où les populations ont la possibilité d'abandonner les zones dégradées à faible potentiel, le rythme de la dégradation se ralentit et la pression exercée sur les terres marginales s'allège dans les zones de départ. La végétation arbustive pourrait être dans certains cas restaurée, ce qui renforcerait les systèmes agro-pastoraux. Par contre, l'accélération de la pression démographique due à l'immigration dans les zones à fort potentiel contribue, quant à elle, à leur dégradation.

Selon des études récentes (LIPTON, 1989), les chercheurs devraient se pencher sur les problèmes des zones à faible potentiel et s'efforcer d'identifier des stratégies adéquates. Cette proposition est fondée sur :

zones nécessitant  
des stratégies  
adaptées

- la population importante de ces zones et son niveau de pauvreté ;
- la nécessité de fournir aux ménages vivant dans ces zones des solutions de rechange afin de réduire la pression exercée sur l'environnement ;
- le souci d'empêcher que ces ménages n'introduisent des techniques de production ayant pour effet d'accélérer la dégradation dans les nouvelles zones où, éventuellement, ils émigrent ;
- les problèmes inhérents à ces zones (qualité des sols, etc.).

En premier lieu, les systèmes de production, sur le plan de la productivité aussi bien que de la durabilité, doivent être financièrement accessibles et efficaces à court terme. La question de l'accessibilité financière et de la diversification des revenus est reprise en détail plus loin.

des propositions  
fiables et peu  
coûteuses

Il conviendrait de rechercher, pour ces zones, des méthodes peu coûteuses d'amélioration des systèmes à faible utilisation d'intrants comme la construction de diguettes filtrantes, la plantation de haies vives, une meilleure utilisation de la matière organique animale, etc. (DUGUE, 1985; ROCHETTE (ed.) 1989).

intégrant les activités  
complémentaires :  
élevage, foresterie

Le deuxième critère est le suivant : ces systèmes doivent tenir compte de la nécessité d'intégrer plus étroitement les cultures à d'autres activités fournissant des revenus complémentaires dans les zones à faible potentiel, en particulier les systèmes agro-pastoraux et agro-forestiers, en raison de la nécessité d'utiliser des intrants complémentaires provenant des arbres et des animaux pour rétablir la fertilité des sols, fournir de la matière organique, et de l'énergie pour la cuisine. De telles activités permettent également d'assurer des revenus supplémentaires alors que les cultures ne parviennent pas à nourrir le ménage rural plus particulièrement les mauvaises années.

et la diversification  
des cultures adaptées  
aux conditions  
défavorables

Enfin, l'irrégularité des précipitations au cours des années, dans les zones dégradées, vient compliquer la conception des systèmes de production ainsi que des mesures visant à assurer la durabilité de ces derniers. CESAR (1991) souligne l'intérêt, dans ces milieux fragiles, de cultiver des plantes à enracinement dense et profond reproduisant ce que l'on observe dans les savanes naturellement durables. MATLON (1985) est d'avis que les efforts déployés en matière de sélection des plantes devraient viser la stabilité des rendements. WALKER (1987) estime que ces efforts devraient avoir pour objectif de maximiser les rendements pendant les années de récolte abondante. Il s'agit là d'une question complexe en raison des difficultés de stockage, des fluctuations des prix et de l'insuffisance des marchés de crédit à la consommation. En plus, REARDON et al. (1992) ont montré, au moins dans le contexte du Burkina Faso, que les ménages plus pauvres ont des revenus moins diversifiés (vers les secteurs non agricoles), et sont relativement plus dépendants de la production agricole.

### **b) Zones à potentiel élevé**

mais à faible  
performance

Pour les zones à potentiel élevé, la situation est compliquée. En effet, il peut s'agir d'une zone à potentiel élevé mais actuellement à « faible performance », c'est-à-dire que le processus d'intensification n'a pas commencé (ou n'a pas encore donné de résultats) et que les rendements restent faibles.

Ces zones ont souvent des sols lourds dont la mise en culture requiert la traction animale (CIRAD, 1988 ; BIGOT et al. 1987).

l'intensification  
accroîtrait le  
rendement

L'intensification permettrait d'accroître de façon importante les rendements et aurait des effets positifs sur les liens entre revenus et croissance intersectorielle. D'autre part MELLOR (1988) souligne qu'un développement adéquat de zones à fort potentiel réduirait la pression sur les zones à faible potentiel.

la recherche de ces  
zones serait rentable

Il est indispensable que les institutions de recherche agricole identifient les zones à fort potentiel - mais qui enregistrent à l'heure actuelle un faible niveau de performance - et y encouragent une intensification durable, en cohérence avec la densité démographique. C'est peut-être dans ces zones que la recherche donnera les meilleurs résultats. La rentabilité marginale de la recherche dans les zones à fort potentiel et où la performance est déjà élevée risque d'être beaucoup plus limitée.

D'autre part, il est indispensable de mettre au point une stratégie reliant les mesures d'intensification aux mesures visant la durabilité (notamment la protection des sols). Dans ce domaine, une question fondamentale se pose qui sera reprise plus loin : la capacité et la volonté de l'agriculteur d'investir dans ce type d'initiatives.

### **c) Zonage agroécologique**

La distinction entre zones à faible potentiel et zones à potentiel élevé ainsi que les diverses stratégies de productivité et de durabilité que devra adopter la recherche agricole exigent l'identification minutieuse des zones agroécologiques (ORAM, 1986 ; ANGÉ, 1991 ; ROESCH, 1990 ; DUGUÉ, 1989).

Il convient aussi d'ajouter un élément socio-économique à l'approche agroécologique traditionnelle (ORAM, 1987). Un tel zonage doit prendre en compte plus que les marchés et les prix ; il doit également refléter la capacité des agriculteurs à investir dans des mesures visant à améliorer la productivité et la durabilité ; il conviendra de tenir compte explicitement des coûts d'opportunité de l'utilisation des ressources pour des activités autres que les cultures, ainsi que des marchés de crédit.

## **II — INVESTISSEMENTS DANS LA DURABILITE, DANS LE CONTEXTE DES STRATEGIES DES AGRICULTEURS ET DE L'ETAT**

### **1. Choix faits par les ménages**

Ceux qui prônent l'amélioration de la productivité doivent tenir compte que, dans certaines conditions, de tels investissements sont en concurrence avec les investissements dans la durabilité ; les uns et les autres nécessitent l'utilisation des mêmes ressources au niveau de l'exploitation et de l'Etat.

En outre, ceux qui prônent l'amélioration de la productivité et ceux qui prônent celle de la durabilité risquent de ne pas être conscients des souhaits réels des ménages ruraux. Dans un environnement instable et en pleine dégradation, il se peut que le ménage accorde la priorité à la diversification des activités qui, jusque là, se sont concentrées sur l'agriculture. Il peut vouloir maximiser le revenu qu'il tire à l'heure actuelle des cultures et investir l'excédent dans l'élevage et des activités hors exploitation. Il peut aussi ne pas réinvestir dans les cultures les revenus provenant des dites activités et les utiliser plutôt pour diversifier encore davantage ses opérations.

ne pas oublier les  
souhaits des  
producteurs

Or, il semble que, la plupart du temps, les chercheurs agricoles et les spécialistes de l'environnement n'envisagent nullement cette possibilité, assumant que les ménages ruraux, dans les régions où l'environnement est en danger, sont avant tout des ménages d'agriculteurs.

Sur la base de cette hypothèse, ils semblent estimer que les innovations aptes à améliorer la base des ressources agricoles seront automatiquement attractives pour les ménages. Mais c'est précisément dans les zones où le risque est le plus élevé que cette hypothèse est la moins valide. C'est particulièrement le cas dans les zones tropicales semi-arides d'Afrique de l'Ouest, où des recherches récemment effectuées par REARDON et al. (1992) indiquent que les activités non agricoles fournissent la moitié des revenus des ménages dans la zone guinéenne (fort potentiel) et dans la zone sahélienne (faible potentiel), et seulement le quart dans la zone soudanienne du Burkina Faso. Ce qui indique que les revenus non agricoles peuvent représenter un facteur déterminant de la sécurité alimentaire des ménages beaucoup plus important que le revenu provenant des cultures. Un pourcentage élevé de la ration alimentaire provient d'aliments achetés, ce qui va à l'encontre de l'image traditionnelle des ménages sahéliens que l'on représente comme des agriculteurs pratiquant une agriculture de subsistance et satisfaisant leurs propres besoins.

les revenus non  
agricoles

sont des facteurs de  
sécurité alimentaire

Savoir si les agriculteurs seront prêts à adopter des innovations dans les domaines de la productivité ou de la durabilité devra être examiné dans le cadre des décisions prises par les ménages ruraux pour la répartition des ressources entre secteurs, entre cultures, et entre types d'investissements.

### a) Choix d'une combinaison d'activités - secteurs

choisir une activité  
par son coût  
d'opportunité

Pour un économiste, à un moment donné, le ménage agricole dispose d'un ensemble de ressources ou «facteurs» (terres, main-d'œuvre, capital ou quasi capital) disponibles pour les cultures et/ou pour des activités autres que les cultures. L'utilisation des ressources pour une activité donnée est évaluée en termes de sa rentabilité nette. Cette dernière est comparée à la rentabilité potentielle de son utilisation pour d'autres activités.

Ainsi, le coût d'opportunité des facteurs détermine l'activité pour laquelle le ménage consacrerait des ressources peu abondantes pour obtenir la rentabilité la plus élevée (Le «coût d'opportunité» représente le manque à gagner découlant de l'activité B à laquelle on renonce pour accomplir l'activité A).

son niveau de risque

Il peut arriver que la rentabilité de l'utilisation d'un facteur dans deux activités différentes soit la même, mais que l'écart type ou le risque associé à la rentabilité soit différent. La rentabilité de l'utilisation du facteur en question pour d'autres activités sera fonction du niveau de risque associé à la production ainsi que du niveau et de la fluctuation du prix du produit.

les traditions et la  
viabilité de l'activité

D'autres facteurs que la rentabilité et le risque influent sur le choix des activités : les traditions culturelles, les possibilités d'emploi dans les villes, les mines et les usines ainsi que les obstacles à l'accès aux marchés des capitaux (pour se procurer le capital nécessaire au moment opportun). La viabilité d'une activité, du côté de la demande, dépend de ses débouchés.

Il importe de mettre particulièrement l'accent sur les contraintes financières. Il s'agit là d'une question cruciale. En Afrique, les distorsions du marché des capitaux sont courantes. Il est difficile d'effectuer les investissements en raison des obstacles qui entravent l'accès aux capitaux et aux crédits. Cette situation peut exister de façon permanente ou purement saisonnière.

Pour accroître leur revenu global, diversifier les sources de revenu pour se protéger des risques inhérents aux activités agricoles et assurer une consommation régulière malgré les fluctuations des récoltes, les ménages ruraux s'adonnent à des activités autres que les cultures. La mesure dans laquelle ils diversifient leurs activités est fonction de la rentabilité relative et de leur niveau de risque. On met la plupart du temps trop l'accent sur la «satisfaction directe des besoins» (par exemple, les cultures vivrières pour assurer la subsistance). La généralisation de la monétarisation signifie que le revenu provenant de toutes sources peut être utilisé pour satisfaire les besoins (autrement dit, le revenu est fongible).

la monétarisation  
détrône l'agriculture  
de subsistance

En fait, une part importante de l'alimentation est achetée, même dans les zones où l'on s'imagine que les ménages vivent sur des exploitations où ils pratiquent une agriculture de subsistance suffisante à assurer leurs besoins, notamment dans les zones tropicales semi-arides d'Afrique de l'Ouest. Or, dans ces zones, une part importante des revenus provient de sources autres que l'agriculture (REARDON et al., 1988). En conséquence, les ménages ruraux ne voient pas nécessairement le besoin de s'adonner à des cultures uniquement pour assurer leur sécurité alimentaire. Bien entendu, cette situation varie selon les régions.

les fluctuations des  
marchés dans le  
Sahel

Le Sahel offre un exemple pertinent. Dans cette région, les précipitations sont très irrégulières et imprévisibles, d'où de fortes fluctuations des récoltes. Compte tenu de la faiblesse des marchés et du mauvais état des infrastructures, cette situation entraîne des fluctuations accusées des prix. La demande étant inélastique, toute augmentation de l'offre sur les marchés provoque une baisse plus que proportionnelle des prix et, par conséquent, la diminution de la rentabilité totale de l'utilisation des facteurs, ce qui explique les variations considérables, à terme, de la rentabilité annuelle d'un investissement donné.

poussent les  
agriculteurs à investir  
dans les activités non  
agricoles

A cela on peut comparer la stabilité relative de la rentabilité des cultures dans la région humide du littoral ouest-africain. Les envois de fonds par les travailleurs émigrés vers les zones côtières et travaillant dans l'agriculture viennent compenser les fluctuations du revenu provenant des cultures au Sahel et régulariser le niveau de revenu et de consommation d'une année sur l'autre.

Ceci explique l'intérêt des ménages sahéliens à investir dans des possibilités de migration. Ils investissent également dans des activités locales autres que l'agriculture, notamment le commerce, le traitement des produits vivriers et l'élevage. La plupart des ménages ruraux dans les zones semi-arides d'Afrique pratiquent une agriculture sédentaire mais investissent aussi le plus possible dans

surtout l'élevage

le cheptel. Il s'agit là d'une activité spéculative, d'une source de lait et de protéines, et surtout d'un mécanisme d'épargne et d'assurance, face à la faiblesse des marchés de crédits et de capitaux et aux fluctuations des récoltes. Les ménages seront d'autant plus motivés à constituer d'importants troupeaux que les fluctuations des récoltes seront prononcées et que le niveau des récoltes sera faible.

Dans quelle mesure ces stratégies de diversification des revenus affectent les investissements dans les cultures, sur les plans de la productivité et de la durabilité ? Les données disponibles ne sont pas nombreuses, mais les observations faites sont intéressantes. KELLY (1988) a demandé à des agriculteurs du Sénégal s'ils seraient prêts à investir des revenus non agricoles dans l'achat d'engrais. Ils ont répondu que, étant donné la faible rentabilité et le risque élevé qui accompagnent l'utilisation d'engrais, ils préféreraient investir leurs capitaux dans l'achat de bétail et dans des activités non agricoles. Le bétail présentait pour eux l'avantage supplémentaire de pouvoir être vendu et donc facilement transformé en argent liquide.

### **b) Le choix des cultures**

La combinaison de cultures choisie par le ménage agricole dépend essentiellement de :

- la rentabilité nette des diverses cultures (impliquant la comparaison des coûts d'opportunité des facteurs). La rentabilité dépend des conditions existant sur les marchés - y inclus les interventions de l'Etat, et des technologies disponibles.
- les facteurs climatiques (disponibilité et variabilité de ressources en eau et intensité des précipitations).
- les débouchés pour les ventes et les approvisionnements, et les traditions et goûts des consommateurs.
- les facilités de crédit liées à certaines cultures.
- l'état des sols : ce dernier dépend des mesures prises pour accroître la fertilité des sols (disponibilité et coût des engrais) ainsi que des mesures de conservation des sols (construction de diguettes et apports de matière organique).

D'autre part, certaines cultures supportent mieux certaines contraintes de l'environnement: les variétés modernes sont sélectionnées pour résister au manque d'eau, le manioc peut surmonter l'absence de phosphate, le petit mil supporte mieux la sécheresse que d'autres céréales comme le sorgho.

### **c) Investissements dans la productivité et la durabilité**

les investissements  
des agriculteurs

comme de l'Etat

Pour pouvoir utiliser des innovations en matière de productivité, les agriculteurs doivent investir de la main-d'œuvre et des capitaux, par exemple pour l'achat de nouvelles semences et engrais, ou pour la construction de canaux d'irrigation, ou pour s'équiper en charrettes (pour transporter la matière organique telle que le fumier). L'Etat doit investir dans la vulgarisation, la production des semences et les infrastructures. Les investissements dans la durabilité exigent aussi de la main-d'œuvre et des capitaux, par exemple pour la construction de diguettes, la plantation de haies vives, le boisement, les cultures en bandes ou en terrasse.

sont en concurrence  
avec les autres  
activités tout aussi  
productives

Tout comme les investissements dans les cultures font concurrence aux investissements dans d'autres activités, les dépenses consacrées à la durabilité des cultures font concurrence à d'autres investissements qu'il s'agisse de cultures (pour les engrais, la traction animale et autres) ou d'autres activités, face à des ressources peu abondantes. Cette concurrence se fait au niveau des capitaux mais aussi du temps de travail.

Par exemple, dans les zones tropicales semi-arides d'Afrique de l'Ouest, on constate de sérieux goulets d'étranglement au niveau de la main-d'œuvre pendant la saison des pluies. Toutefois, le coût d'opportunité de la main-d'œuvre aussi semble être élevé pendant la saison dite « morte ». Au Burkina Faso, par exemple, les ménages vivant dans les zones sahélienne et guinéenne enregistrent des revenus plus élevés pendant la saison morte que pendant la saison des récoltes (REARDON et al., à paraître).

les aménagements  
nécessaires pour  
assurer la durabilité

La réalisation d'aménagements pour la conservation des sols au niveau du ménage ou du village pendant la saison sèche se heurte ainsi à trois obstacles.

Le premier a été mentionné : il s'agit du coût d'opportunité de la main-d'œuvre dans d'autres activités bien rémunérées - migration, transhumance, etc. Leur rentabilité pourrait être considérée

se heurtent à des problèmes de main-d'œuvre

comme plus immédiate et plus tangible que celle des activités de protection des sols dans un environnement à risque. Ces autres activités sont également considérées comme des investissements dans l'avenir, par exemple l'établissement de moyens et de contacts dans le cas de la migration, la constitution de cheptel, etc.

de financement

Le deuxième obstacle, au niveau des ménages et des villages, tient au caractère limité et insuffisamment développé des marchés de capitaux dans les zones rurales. Il est rare que les montants représentés par les revenus auxquels on renonce et les coûts d'investissement puissent être obtenus localement ; même s'ils peuvent l'être, il est rare qu'ils puissent être empruntés. Il est également difficile d'emprunter pour des investissements à long terme.

de participation des particuliers aux infrastructures communautaires

Le troisième obstacle tient à la difficulté qu'ont parfois les ménages à payer le coût d'une infrastructure dont la communauté toute entière bénéficiera (les investissements du ménage peuvent entraîner des effets induits positifs). Les ménages souhaiteront peut-être que l'Etat assume ce coût (SWINDALE, 1988). Cette situation conduit également à la question des bénéficiaires qui ne participent pas au coût. Par exemple BARETT et al. (1988) parlent des difficultés qu'il y a eu à persuader les conducteurs de troupeaux au Niger à investir dans la construction d'un puits tubulaire pour la communauté. MELLOR (1988) propose des programmes «vivres contre travail» pour la construction de ce type d'infrastructures pendant la saison sèche. Pour toutes ces raisons, les niveaux de rémunération dans ces types de projets devraient tenir compte des coûts d'opportunité intersectorielle des facteurs et plus particulièrement du travail. Il conviendrait également de prendre des dispositions pour maintenir les infrastructures en bon état, lesquelles, du point de vue du ménage ou du village, représentent un coût supplémentaire et distinct dont le montant peut être considérable.

la durabilité peut «compléter» la productivité

Il est certain que les investissements dans la productivité et dans la durabilité peuvent entrer en concurrence. Toutefois, il y a à cela quatre exceptions.

lorsqu'elle permet d'optimiser une tâche

Premièrement, dans certains cas, les innovations en matière de durabilité ou de productivité ne coûteront pratiquement rien à l'agriculteur et ne se feront donc pas concurrence pour l'utilisation des ressources. Il peut s'agir tout simplement d'une meilleure approche permettant d'accomplir une tâche différemment, par exemple l'espacement approprié des plantes et l'aménagement de sillons suivant les courbes de niveau (3).

s'il y a diminution de la pauvreté

Deuxièmement, l'amélioration de la productivité réduit la pauvreté, ce qui va à son tour accroître la durabilité étant donné que les pratiques qui entraînent la dégradation de l'environnement en Afrique ont, pour la plupart, leurs sources dans la pauvreté (commission BRUNDTLAND, 1987 ; MELLOR, 1988). L'augmentation des revenus des ménages peut être considérée comme un investissement indirect dans la durabilité de l'agriculture, les ménages étant alors moins contraints de mettre en culture des terres marginales et de «sur exploiter» les sols les plus productifs. Cela ne veut pas nécessairement dire que les revenus supplémentaires ainsi dégagés seront investis directement dans la protection de la base des ressources (aménagement de diguettes ou cultures en terrasses, par exemple).

lorsque les aménagements induisent une meilleure productivité

Troisièmement, certaines mesures de conservation des ressources entraînent immédiatement une amélioration de la productivité. Par exemple, l'aménagement de diguettes en pierre au début de la saison des pluies, dans la région du Sahel où les précipitations sont violentes, peut directement accroître la production pendant cette saison et les saisons qui suivront (MATLON, 1985). Il en est de même d'une bonne utilisation de la matière organique produite par les animaux.

et apportent des compléments de revenus

Quatrièmement, des investissements dans une meilleure intégration agriculture élevage et dans la plantation de haies vives contribuent à la régénération des sols mais aussi produisent des biens améliorant les revenus: lait, viande, bois de feu, fourrage. C'est par ce biais qu'ils peuvent être attractifs pour les agriculteurs.

## 2. Relation entre investissement et horizon de planification

Il est difficile pour les agriculteurs d'évaluer le délai qui s'écoulera entre ces investissements et les résultats en découlant, en raison de l'instabilité de la rentabilité d'une année à l'autre. C'est pourquoi les investissements élevés semblent risqués et la planification se fait à court terme.

un taux d'actualisation élevé

Pour l'agriculteur, le taux d'actualisation sera élevé dans les zones où le risque de dégradation est considérable, du fait de l'instabilité mais également de la nécessité pressante d'une rentabilité élevée de l'utilisation de capitaux et de main-d'œuvre à court terme (par exemple pour faire face aux besoins alimentaires quotidiens). Le problème se trouve aggravé par des taux d'intérêt élevés et par des marchés fonciers spéculatifs.

(3) Toutefois, la diffusion de nouvelles notions représente une dépense pour l'état (services de vulgarisation).

lié au risque  
climatique

Dans ce contexte, l'exploitation excessive de la terre semble pour l'agriculteur un acte rationnel, alors que les investissements dans la conservation des sols lui paraîtront inutiles, face à la violence des précipitations et à la périodicité de la sécheresse.

les aménagements  
deviennent rentables

On peut toutefois se demander si, à terme, la dégradation «se corrige d'elle-même», c'est-à-dire si les investissements dans la durabilité deviennent rentables en raison des effets de la dégradation sur la récolte globale, et par conséquent sur les prix et la rentabilité des mesures de conservation. La dégradation se corrigera d'elle-même dans la mesure où l'économie locale est «fermée», c'est-à-dire où les prix locaux sont déterminés par la demande et l'offre locales. Si l'économie locale est «ouverte», l'offre (ou la demande) extérieure à la zone influera sur les prix.

dans une économie  
«fermée»

or les régions à  
risques sont en  
économie ouverte

En général, les régions où l'environnement est soumis à des risques sont des économies ouvertes, principalement du fait que les ménages diversifient leurs revenus et achètent une grande partie des aliments dont ils ont besoin ; d'autre part, l'agriculture locale n'est pas à même de produire année après année une quantité suffisante de produits vivriers pour satisfaire les besoins de la région.

La région sahélienne au Burkina Faso en est un exemple. Il ne s'agit pas d'une économie fermée. Par exemple, des quantités importantes de maïs bon marché en provenance de zones bien arrosées (du Ghana, du sud-ouest du Burkina) y ont pénétré pendant la sécheresse de 1984-85. Pendant cette même période, le prix de la principale céréale locale (petit mil) a été élevé, alors que celui du maïs et du sorgho rouge importés de l'extérieur ont été beaucoup plus bas. La consommation céréalière a surtout porté sur ces deux céréales «exotiques» à la zone.

### 3. Effets des choix des ménages sur l'environnement

le cheptel agit sur la  
protection des sols

Le choix des activités (sectorielles) des ménages a des effets directs et indirects sur l'environnement. Examinons un exemple d'effet direct. Le développement du cheptel peut provoquer la surcharge des pâturages et un broutage excessif des prés et des buissons, ce qui prive la terre de protection, réduit la couche d'humus, et aggrave le ruissellement et l'érosion. Cette situation aggravera les fluctuations à la baisse du rendement des cultures, et les ménages auront un besoin plus grand de s'assurer des revenus. Ils s'adresseront pour cela à l'une des rares formes d'assurances disponibles, l'élevage, et ce sera le cercle vicieux.

la main-d'œuvre sur  
l'entretien

Les effets indirects des choix d'activités peuvent être tout aussi importants que les effets directs, mais les recherches à ce sujet sont moins nombreuses. Par exemple, l'investissement de capitaux et de main-d'œuvre dans la migration ou dans des activités locales en dehors de l'exploitation pendant la saison sèche signifie qu'il y aura moins de ressources disponibles pour la construction de diguettes, la plantation de haies vives, et l'aménagement de terrasses à ce moment.

la dégradation de  
l'environnement sur  
la main-d'œuvre

L'environnement peut en lui-même influencer sur les choix d'activités ainsi que sur la productivité et le bien-être global du ménage. C'est ainsi que la dégradation accroîtra les coûts des transactions. KUMAR et HOTCHKISS (1988) indiquent que le déboisement au Népal contraint les femmes à parcourir de plus grandes distances pour aller chercher le bois de feu, ce qui réduit la main-d'œuvre disponible pour les cultures. Au Sahel, le déboisement et la désertification ont pour effet d'accroître les coûts du ramassage du bois et de l'eau ainsi que les distances à parcourir et le temps à consacrer à la transhumance.

les cultures sur la  
fertilité

Le choix des cultures influe également sur l'environnement, principalement par l'intermédiaire des caractéristiques génétiques des plantes (par exemple leurs besoins en éléments nutritifs) et des pratiques agronomiques nécessaires pour la culture choisie (par exemple, travail du sol, application d'engrais, culture en billons). Pour ce qui est des caractéristiques génétiques, voici quelques exemples :

- le CCT du CGIAR caractérise le manioc comme étant une culture «à faible utilisation d'intrants» du fait qu'une faible utilisation de phosphate donne un produit hautement comestible. Toutefois, LIPTON (1989) note que certaines variétés de manioc hautement productives absorbent des quantités élevées de l'azote présent dans les sols ;

- les chercheurs de l'Université Haryana, en Inde, ont découvert que certaines variétés modernes de céréales à haut rendement absorbent des minéraux essentiels présents dans les sols, particulièrement du zinc, d'où l'épuisement des sols au bout d'un certain temps (LIPTON 1989).

**l'érosion**

Le choix de plantes pérennes de préférence à des plantes annuelles a des effets sur l'environnement, en raison surtout des méthodes de cultures qui leur sont associées (MELLOR, 1988 ; VOSTI, 1989). La préparation et le désherbage des sols pour les plantes annuelles peuvent avoir des effets destructeurs sur les sols fragiles, particulièrement sur les terrains en pente. Les plantes pérennes, par contre, protègent ces derniers. De plus, en explorant les horizons plus profonds des terrains elles bénéficient d'une meilleure alimentation en eau et remontent des éléments fertilisants à la surface et contribuent ainsi à la régénération des sols. En outre, avec l'augmentation des revenus, la diversification de la demande fournit un marché actif pour les produits des cultures pérennes. Il s'ensuit un accroissement des revenus ruraux qui vient renforcer la durabilité des cultures comme on l'a vu ci-dessus.

**ou la régénération des sols**

**4. Le rôle de l'Etat**

Les adeptes d'investissements dans la durabilité mettent souvent l'accent sur les investissements directs dans la conservation des ressources effectués par l'Etat, en raison des effets externes, de l'insuffisance des ressources en capitaux et de l'horizon limité de la planification aux niveaux du ménage et du village. Les problèmes seront semblables à ceux qui ont été examinés dans le contexte des ménages. L'investissement de ressources fiscales et en devises peu abondantes (dans les infrastructures, la vulgarisation, etc.) (BENOIT-CATTIN, 1991) implique des choix difficiles. En période d'ajustement structurel, les ressources budgétaires et les ressources en personnel sont de plus en plus limitées.

**un choix difficile**

L'Etat a le pouvoir d'influer sur la structure et sur les incitations aux investissements des ménages. Les politiques qu'il adopte ont des effets sur :

**Influence sur les producteurs**

- la rentabilité nette et les coûts de transaction (directement par le biais de la politique des prix et indirectement par le truchement de l'aide alimentaire et des infrastructures) ;
- la stabilité du climat des investissements (même au niveau rural) et par conséquent l'horizon de planification des agriculteurs ;
- le financement par l'Etat de la recherche agricole et par conséquent la réserve d'innovations parmi lesquelles on pourra choisir.

Les centres de recherche agricole nationaux et internationaux doivent retrouver les moyens permettant aux Etats d'encourager les investissements dans la durabilité - et de le faire à moindre coût - aux niveaux des ménages et des villages, d'identifier les domaines dans lesquels des investissements d'appui direct de la part de l'Etat sont nécessaires et sous quelle forme.

**CONCLUSIONS**

En conclusion, il convient de mettre l'accent sur cinq points.

**1) Zones à potentiel élevé et à faible performance :** Il semble que la rentabilité la plus élevée, en terme de rendement des cultures, de la recherche à des fins de durabilité en Afrique se trouve dans les zones à fort potentiel mais qui enregistrent à l'heure actuelle des résultats insuffisants. Le plus difficile sera de briser le cercle de la pauvreté et de lancer un processus d'intensification tout en maintenant ou améliorant la qualité des sols. Pour remplir cette dernière condition, il sera nécessaire d'effectuer des investissements considérables dans l'amélioration de la durabilité aux niveaux des ménages et des villages, notamment par la construction de diguettes, la plantation de haies vives, la plantation de vergers, l'équipement des exploitations en outils adéquats, une conduite différente des animaux...

**2) Zones à faible potentiel :** Il sera indispensable que les chercheurs appuient leur approche à partir de l'hypothèse selon laquelle l'objectif des ménages dans ces zones est de diversifier leurs revenus - cette diversification couvrant les cultures aussi bien que les secteurs - et aident également les ménages à stabiliser et maximiser les résultats de cette stratégie.

Dans ces zones, il conviendra de mettre l'accent sur des systèmes combinés efficaces, des activités agropastorales et agroforestières. Les plus adéquats pour les cultures seront des systèmes à faible utilisation d'intrants et l'adoption de mesures peu coûteuses de conservation des sols et de récupération des eaux.

Il conviendra de mettre particulièrement l'accent sur l'élevage comme complément (sur les plans du revenu et de la production) aux cultures. L'élevage est en général l'avantage comparatif de ces zones et il constitue également un mécanisme essentiel d'épargne ou d'assurance. C'est pourquoi

il importe d'accorder une grande attention aux systèmes d'alimentation du bétail qui n'éliminent pas la couverture arbustive et herbacée.

**3) Les investissements dans la durabilité au niveau des ménages :** Au niveau des ménages ruraux, diverses possibilités sont en concurrence avec les investissements dans la durabilité, et des forces militent contre ceux-ci. Si les gains sont plus élevés ou si les risques sont moindres pour les investissements de ressources dans des activités autres que les cultures, le ménage rural aura tendance à se détourner des investissements dans la durabilité et la productivité prônés par les chercheurs agricoles ou l'Etat. Il investira son argent et son temps dans les activités lui procurant le plus de sécurité alimentaire et de sécurité des revenus : à la limite, il pourra même s'agir ni de la durabilité ni de l'agriculture elle-même.

Pour les innovations dans la durabilité aussi bien que dans la productivité, il importe de s'assurer que les agriculteurs estiment que la rentabilité nette de l'investissement est suffisamment élevée pour concurrencer d'autres choix d'activités, non pas uniquement dans l'agriculture mais dans tous les secteurs.

Il ne faut surtout pas supposer que les innovations intéresseront les ménages agricoles du seul fait qu'elles protègent la base des ressources. Les chercheurs devront analyser la rentabilité respective de plusieurs activités possibles sur le plan des revenus que ces dernières procureront aux ménages ruraux (potentiellement et réellement). Il est indispensable de mettre au premier rang les priorités et perspectives des ménages.

Le total des dépenses d'un ménage (en termes de main-d'œuvre et de capitaux) pour une innovation donnée devrait être comparé aux limites existant en matière de capitaux et de main-d'œuvre. Les marchés des crédits étant très peu développés, les ménages sont confrontés à de sérieux problèmes de trésorerie.

**4) Horizon temporel :** Il est difficile pour le chercheur ou même pour l'Etat de modifier l'horizon de planification du point de vue des ménages ruraux. Il sera habituellement à court terme, étant donné les risques et les incertitudes, l'insuffisance des marchés des capitaux et les taux d'intérêt élevés ainsi que les besoins pressants de sécurité alimentaire.

Il semble préférable que les chercheurs se placent dans la perspective à court terme, qui est celle des ménages, et mettent au point des innovations qui lui correspondent. Le risque financier d'une innovation pilote devra être assumé en premier lieu par l'Etat ou par l'institution de recherche et il faudrait donner aux ménages la possibilité de constater que l'innovation fonctionne correctement. Dès que les fournisseurs de crédit locaux se rendent compte que l'affaire est rentable, le financement local et privé va être disponible.

D'autre part, il est également difficile pour les chercheurs de persuader les Etats d'envisager, pour la planification, l'horizon à long terme qui est nécessaire pour renverser la dégradation écologique, étant donné que, pour les grandes orientations comme pour la politique, l'horizon se situe habituellement dans le court terme, l'insuffisance des ressources publiques limitant les initiatives à long terme.

**5) La politique agricole et le rôle de l'Etat :** L'Etat est à même d'appuyer les mesures de renforcement de la durabilité grâce à deux ensembles de mécanismes : - des incitations pour encourager les ménages et les villages à effectuer les investissements nécessaires ; - une infrastructure de soutien et la vulgarisation (BENOIT-CATTIN, 1991).

Il peut être parfois difficile d'accroître les incitations pour les cultures étant donné que des options plus intéressantes se présentent dans d'autres secteurs. En raison des coûts de transactions élevés et de l'incertitude du rendement des investissements locaux, l'Etat sera contraint de mettre en place une infrastructure matérielle et institutionnelle adéquate afin de réduire les coûts et d'établir des mécanismes de commercialisation pour stabiliser la rentabilité.

Dans les régions tropicales semi-arides aussi bien que dans les régions tropicales humides d'Afrique, l'application de telles mesures sera extrêmement coûteuse. Deux options se présentent : dans la première, il s'agit d'accroître les ressources publiques, objectif qu'il sera extrêmement difficile d'atteindre dans le contexte de l'ajustement structurel. Même si l'on y parvenait, il faudrait démontrer clairement aux Etats la façon dont les investissements dans la durabilité sont cohérents avec les priorités à court terme.

Essentiellement, cela signifie que les chercheurs devront démontrer que les mesures de conservation et d'amélioration des ressources entraînent des effets positifs immédiats sur le plan de la productivité des récoltes. La recherche portant sur les politiques agricoles sera indispensable pour identifier les combinaisons de politiques susceptibles de créer de tels liens.

La deuxième option vise à rendre les investissements infrastructurels plus productifs, c'est-à-dire qu'un niveau donné de financement aura des effets plus substantiels. Autrement dit, les institutions

de recherche agricole devront visiblement jouer un rôle plus important dans le domaine de l'infrastructure et trouver les moyens de rendre cette dernière moins coûteuse, plus durable, mieux conforme aux besoins agricoles locaux, etc.

Enfin, la question se pose de savoir si l'organisation actuelle de la recherche effectuée dans les centres nationaux et internationaux de recherche agricole est de nature à permettre d'incorporer les notions de durabilité, compte tenu de ce qui précède. Sur ce point, trois questions sont pertinentes.

Premièrement, la recherche portant spécifiquement sur une culture ou même sur un intrant risque de poursuivre des objectifs contraires aux objectifs de durabilité, compte tenu du choix des agriculteurs en matière de combinaison d'activités et de cultures. Il se peut qu'une certaine culture ou que l'agriculture à elle seule ne soit pas reproductible dans une certaine région, sur le plan économique ou écologique, alors qu'elle fait partie du mandat d'une certaine institution et qu'il appartient donc à cette dernière de trouver les moyens de la rendre viable. Une telle situation débouche sur l'utilisation inefficace des faibles ressources disponibles en matière de recherche. Pour résoudre ce problème, le CCT du CGIAR recommande aux centres internationaux de recherche agricole, dont les mandats respectifs diffèrent, de collaborer. Il peut y avoir à cela un obstacle si la recherche sur un certain produit effectuée par une institution donnée est appelée à constituer un intrant pour un système distinct, par exemple une activité agro-pastorale, qui relève peut-être d'une autre institution.

Deuxièmement, l'approche traditionnelle en matière de recherche agricole, qui consiste à aller du sommet à la base, a été critiquée ces dernières années (MATLON et al. (ed.) 1986). Ceux qui sont d'avis que les besoins de l'agriculteur doivent passer en premier estiment que ce dernier doit être introduit directement dans le circuit de la recherche, de façon à tenir compte de ses désirs et de ses limitations et à mettre au point des options technologiques acceptables et viables. On s'entend généralement à reconnaître les mérites de cette approche, mais les avis sont partagés sur les moyens pratiques de la mettre en œuvre.

Troisièmement, pour permettre aux institutions de recherche de se placer dans la perspective du ménage rural, ce dernier étant beaucoup plus qu'une simple unité de production à base de cultures et se rapprochant plutôt d'une unité dont les stratégies en matière de création de revenu sont multisectorielles, il convient de donner à l'analyse socio-économique une place bien plus grande qu'à l'heure actuelle.

Il est indispensable que les économistes, les sociologues et les anthropologues travaillent en communion étroite avec les agronomes et les chercheurs en sélection des plantes, et cela dès les premières phases de la conception des innovations, plutôt qu'après coup comme c'est le cas habituellement (TOURTE, 1986 ; MATLON et al. (ed.) 1986).

D'autre part, il est indispensable de mettre l'accent sur la recherche sur les politiques agricoles (portant sur les mesures d'incitations et sur l'infrastructure) afin d'encourager les agriculteurs et de leur fournir un appui toutes les fois qu'ils effectuent des investissements dans la durabilité.

## BIBLIOGRAPHIE

ANGÉ A., 1991. La fertilité des sols et les stratégies paysannes de mise en valeur des ressources naturelles. Le mil dans les systèmes de culture du sud du bassin arachidier sénégalais. Actes des rencontres Savanes d'Afrique, terres fertiles ? Montpellier 10-14 déc. 1990. CIRAD.

BARETT S., HEADY C., MARKANDYA A., PEARCE D., 1988. Sustainable Development in the Sahel. Two Essays. Londres: Department of Economics, University College London.

BENOIT-CATTIN M., 1991. Les dimensions économique, sociale et institutionnelle de la gestion de la fertilité. In : Actes des rencontres internationales: Savanes d'Afrique, terres fertiles ? Montpellier 10-14 déc. 1990. CIRAD.

BIGOT Y., BINSWANGER H.P., PINGALI P., 1987. La mécanisation agricole et l'évolution des systèmes agraires en Afrique subsaharienne. Banque Mondiale Washington

BINSWANGER H. P., 1986. Evaluating Research System Performance and Targeting Research in Land-abundant Areas of Sub-Saharan Africa. In: World Development, Volume 14, Numéro 4: 469-476.

BOSC P.M., CALKINS P., YUNG J.-M., 1990. Développement et recherche agricole dans les pays sahéliens et soudaniens d'Afrique. Montpellier: CIRAD-DSA (coll. Les synthèses du CIRAD).

- CCRAI (Groupe Consultatif pour la Recherche Agricole Internationale, Comité consultatif technique (CCT).** 1988. Sustainable Agricultural Production : Implications for International Agricultural Research. *Réunion du Groupe à la FAO, Mai.*
- CESAR J., COULIBALY Z.,** 1991. Le rôle des jachères et des cultures fourragères dans le maintien de la fertilité des terres. In : *Actes des rencontres internationales: Savanes d'Afrique, terres fertiles ? Montpellier 10-14 déc. 1990. CIRAD.*
- CIRAD,** 1988. Traction animale et développement des régions chaudes. Bibliographie annotée. *Montpellier: CIRAD 254 p.*
- CIRAD,** 1991. *Actes des rencontres internationales: Savanes d'Afrique, terres fertiles ? Montpellier 10-14 déc. 1990.*
- DUGUÉ P.,** 1985. Soil Preparation in the Sudano-Sahelian Zone : Prospects and Constraints. In: *Appropriate Technologies for Farmers in Semi-Arid West Africa, Purdue University, 1985.*
- DUGUÉ P.,** 1989. Possibilités et limites de l'intensification des systèmes de culture vivriers en zone soudano-sahélienne. Le cas du Yatenga (Burkina Faso). *Montpellier: CIRAD-DSA (coll. Documents Systèmes Agraires N° 9).*
- FAO,** 1991 The des Bosch declaration and agenda for action on sustainable agriculture and rural development Report of the Netherlands conference on agriculture and the environment. 15-19 april.
- GOLDSMITH E., HILDYARD N.,** 1991. World agriculture: toward 2000. FAO plan to feed the World. In: *The ecologist Vol 21, N° 2, march/april*
- GRIFFON M.,** 1991. Quels défis agricoles pour les 25 prochaines années ? in Actes des rencontres internationales: Savanes d'Afrique, terres fertiles? *Montpellier 10-14 déc. 1990. CIRAD.*
- HIGGINS G.M., KASSAM A.H., NAIKEN L.,** 1982. Potential Population Supporting Capacities of Lands in the Developing World. *Technical Report of Project INT, 75, p. 13. Rome FAO.*
- KELLY V.,** 1988. Factors affecting the demand for fertilizer in Senegal's Peanut Basin. *Dissertation, Michigan State University.*
- KUMAR S. K., D. HOTCHKISS,** 1988. Consequences of Deforestation for Women's Time Allocation, Agricultural Production, and Nutrition in Hill Areas of Nepal. Research Report 69. *Washington D.C., USA: International Food Policy Research Institute.*
- LANDAIS E., LHOSTE P., GUERIN H.,** 1991. Systèmes d'élevage et transferts de fertilité. In : *Actes des rencontres internationales: Savanes d'Afrique, terres fertiles? Montpellier 10-14 déc. 1990. CIRAD.*
- LIPTON M. (avec R. LONGHURST),** 1989 New Seeds and Poor People. *Baltimore, USA: Johns Hopkins University Press.*
- LYNAM J. K., HERDT R. W.,** 1988. Sense and Sustainability : Sustainability as an Objective in International Agricultural Research. Conférence CIP-Rockefeller sur les Agriculteurs et les systèmes agricoles. *Lima, Pérou, 26-30 septembre.*
- MATLON P.,** 1985. A Critical Review of Objectives, Methods and Progress to Date in Sorghum and Millet Improvement : A Case Study of ICRISAT/Burkina Faso. In: *Appropriate Technologies for Farmers in Semi-Arid West Africa. Purdue University, USA.*
- MATLON P.,** 1985. A Critical Review of Objectives, Methods and Progress to Date in Sorghum and Millet Improvement : A Case Study of ICRISAT/Burkina Faso. In: *Appropriate Technologies for Farmers in Semi-Arid West Africa. Purdue University, USA.*
- MATLON P.,** 1987. The West African Semi-Arid Tropics. In: *Accelerating Food Production in Africa. Baltimore, USA: Johns Hopkins Press.*
- MATLON P., CANTRELL R., KING D., BENOIT-CATTIN M. (éd.),** 1986. Recherche à la ferme : participation des paysans au développement de la technologie agricole. *Canada: CRDI.*
- MATLON P., SPENCER DSC.,** 1984. Increasing Food Production in Sub-Saharan Africa : Environmental Problems and Inadequate Technological Solutions. In: *American Journal of Agricultural Economics, décembre.*
- MELLOR J. W.,** 1976. The New Economics of Growth : A Strategy for India and the Developing World. *Ithaca, New York, Twentieth Century Fund.*

- MELLOR J.W.**, 1988. The Interwining of Environmental Problems and Poverty. *In: Environment, Vol. 30, Numéro 9.*
- NICOUR., CHARREAU C.**, 1985. Soil Tillage and Water Conservation in Semi-Arid West Africa. *In: Appropriate Technologies for Farmers in Semi-Arid West Africa. Purdue University, USA.*
- ORAM P.**, 1986. Combining Socio-Economic Data with Biophysical Environmental Data. *In: Agricultural Environments : Characterization, Classification and Mapping.*
- ORAM P.**, 1988. Moving Toward Sustainability : Building the Agroecological Framework. *Environment. Vol. 30, Numéro 9, novembre.*
- ORAM P.**, 1987. Sustainable Agricultural Development : Policy Issues and Research Priorities. *Rapport de l'IFPRI au CCT/GCRAI. Avril.*
- PARIKH KIRIT S.**, 1991. Good growth is green growth. *Discussion paper n° 54; Indira Gandhi Institute of Development Research, Bombay India.*
- PELTIER R.**, 1991. L'arbre dans les terroirs villageois. *In : Actes des rencontres internationales: Savanes d'Afrique, terres fertiles ? Montpellier 10-14 déc. 1990. CIRAD.*
- PIERI C.**, 1985. Food Crop Fertilization and Soil Fertility : The IRAT Experience. *In: Appropriate Technologies for Farmers in Semi-Arid West Africa. Purdue University, USA.*
- PIERI C.**, 1989. Fertilité des terres de savanes. Bilan de trente ans de recherche et de développement agricole au sud du Sahara. *CIRAD et Ministère français de la Coopération éd.*
- PIERI C.**, 1991. Les bases agronomiques de l'amélioration et du maintien de la fertilité des terres de savanes au Sud du Sahara. *In : Actes des rencontres internationales: Savanes d'Afrique, terres fertiles ? Montpellier 10-14 déc. 1990. CIRAD.*
- PIERI C.**, 1992. Fertility of soils: a future for farming in the West African Savannah. *Traduction de PIERI 1989. Springer-Verlag ed.*
- REARDON T., DELGADO C., MATLON P.**, 1992. Determinants and effects of income diversification amongst farm households in Burkina Faso. *In : Journal of Development Studies.*
- REARDON T., MATLON P., DELGADO C.**, 1988. Coping with Household-level Food Insecurity in Drought-Affected Areas of Burkina Faso. *In : World Development, Vol. 16, No. 9: 1065-1074.*
- ROCHETTE R-M. (réd.)**, 1989. Le Sahel en lutte contre la désertification: leçons d'expériences. *Eschborn, Allemagne: GTZ/CILSS.*
- ROESCHM.**, 1990. Une expérience de recherche développement dans la province du Zou (Bénin). *Montpellier : CIRAD-DSA (Coll. Documents Systèmes Agraires N° 11).*
- SCHULTZ J.J., PARISH D.H.**, 1989. Fertilizer production and supply constraints and options in sub-saharan Africa. *Paper series IFDC- P10. Muscle Shoals USA.*
- SPENCER D. S. C.**, 1985. A Research Strategy to Develop Appropriate Agricultural Technologies for Small Farm Development in Sub-Saharan Africa. *Document ICRISAT. Niamey, Niger.*
- SPENCER S. C.**, 1985. Agricultural Research in Sub-Saharan Africa : Using the Lessons of the Past to Develop a Strategy for the Future. *Comité pour les stratégies de développement en Afrique. Niamey, Niger, 17 janvier.*
- SWINDALE L. D.**, 1988. The Impact of Agricultural Development on the Environment : An IARC Point of View. *Réunion à mi-parcours du GCRAI. 15-19 mai, Berlin-Ouest, RAF.*
- TOURTE R., MONNIER J., NICOU R., POCHTIER G., RAMOND C.**, 1971. Thèmes légers, thèmes lourds, systèmes intensifs. Voies différentes ouvertes au développement agricole du Sénégal ? *In : L'Agronomie Tropicale vol XXVI, n° 5.*
- TOURTE R.**, 1986. Vingt ans après, ou la vérité d'aujourd'hui n'est plus celle d'hier. Prologue à Recherche et Développement Agricole. *In : Les Unités Expérimentales du Sénégal. Montpellier : CIRAD, ISRA, FAC.*
- WALKER T.S.**, 1987. Yield and Household Income Variability in India's Semi-Arid Tropics. *In : Variability in Grain Yields, John Hopkins Press.*
- WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT**, 1987. Our Common Future. *Oxford University Press.*
- ZACHARIAH K.C., CONDE J.**, 1981. Migration in West Africa. *World Bank, OECD.*

**Issues of sustainability in agricultural research in Africa.— T. REARDON, N. ISLAM, M. BENOIT-CATTIN.**

*The paper discusses two sets of issues that face agricultural researchers in incorporating sustainability into research strategies in Africa: (i) what production systems should be proposed (high or low input systems)? what are the environmental consequences of the systems? how do the answers differ as between low and high potential agroecological zones? (ii) will farmers want to invest in productivity and sustainability measures? how should sustainability innovations be designed to maximize probability of adoption by farmers and minimize negative environmental impacts?*

*The paper stresses that high input systems do not necessarily degrade the resource base if accompanied by investments in sustainability measures, and can be necessary for growth; moreover, low external input but high performance systems such as biotechnology can involve expensive public goods; finally, sustainability investments at the farm level compete with other investments, for example in off-farm enterprise, and are constrained by lack of credit and liquidity. Sustainability innovations have to be designed to be competitive with alternatives and to be cheap enough not to be stillborn due to liquidity constraints.*

**Key words:** Sustainability, Africa, agricultural research, intensification, production systems agricultural productivity, inputs, degradation, farmer strategies.

**Interrogantes sobre la durabilidad de la investigación agrícola en África.— T. REARDON, N. ISLAM, M. BENOIT-CATTIN**

*Este documento trata dos conjuntos de interrogantes que se formulan a los investigadores que tratan de incorporar dentro de sus estrategias, elementos sobre la durabilidad de la investigación agrícola en África. Que sistemas de producción deberían proponerse?: Sería preferible promover sistemas con fuerte utilización de insumos a sistemas con menor utilización?, Cuales son los efectos de dichos sistemas de producción sobre el medio ambiente?, Según se trate de zonas potencialmente con mayor o menor productividad, cual sera la diferencia en la solución?. Aceptarán los agricultores invertir en innovaciones que toman en cuenta duración y productividad propuestas por los investigadores? A fin de maximizar las posibilidades de adopción, como deberán ser concebidas tales innovaciones ?*

*El documento subraya que los sistemas de alta utilización de insumos, no necesariamente degradan los recursos disponibles del suelo ni del agua, siempre que vayan acompañados de inversiones enfocadas hacia la durabilidad, que además pueden ser importantes para un crecimiento rápido de la agricultura. Por otro lado, los sistemas con baja utilización de insumos (externos), pero con buenos resultados, como por ejemplo la biotecnología, podrían provocar gastos públicos muy importantes (para bienes públicos). Finalmente, las inversiones en durabilidad a nivel del agricultor, pueden entrar en competencia con otras inversiones, por ejemplo con las actividades no agrícolas que en algunas ocasiones deben adoptar por falta de crédito o de liquidez. Las innovaciones en el marco de la durabilidad deberán ser concebidas de tal manera que, primero: sean competitivas y además a muy bajo costo, a fin de que no sean ignoradas por razones financieras.*

**Palabras clave :** Durabilidad, África, investigación agrícola, intensificación, sistema de producción, zonificación, producción agrícola, insumos, degradación, estrategia campesina, inversión, ingresos.