

Institut sénégalais
de
recherches agricoles

Réflexions et Perspectives

Agriculture durable et réduction de la pauvreté dans le Bassin arachidier du Sénégal :

Résultats du Modèle Analyse Tradeoffs

Bocar DIAGANA, Adrien MANKOR,
Cheickh Sadibou FALL et Adama GUËYE



Institut sénégalais
de
recherches agricoles



Programme d'appui
à la recherche
collaborative (CRSP)
Gestion des sols (SM)



Projet analyse
Tradeoffs
(TOA)



Université d'Etat
du Montana
MSU

Document réalisé par :

Bocar DIAGANA, Agro-économiste, Coordonnateur du Projet
SM CRSP / MSU / Analysis Tradeoffs en Afrique de l'Ouest

Adrien MANKOR, Agro-économiste à l'Institut sénégalais de recherches
agricoles / Bureau d'analyses macro-économiques (ISRA / BAME)

Cheickh Sadibou FALL, Economiste à l'Institut sénégalais
de recherches agricoles / Bureau d'analyses macro-économiques
(ISRA / BAME)

Adama GUËYE, Economiste à l'Institut sénégalais de recherches
agricoles / Bureau d'analyses macro-économiques (ISRA / BAME),

**dans le cadre du Projet Tradeoffs Analysis (TOA), financé
par l'USAID / Washington et exécuté au Sénégal par l'ISRA avec Montana State
University, sous la direction de Dr John M. ANTLE et Dr Jetse STORVOGEL.**

© ISRA 2008

ISSN 0850-0711

**Agriculture durable
et réduction de la pauvreté
dans le Bassin arachidier du Sénégal :**
Résultats du Modèle Analyse Tradeoffs

Bocar Diagana, Adrien Mankor, Isra/LNRPV-Bame
Cheickh Sadibou Fall et Adama Guèye, Isra-Bame

Sommaire

Introduction	11
Contexte	12
L'environnement de production agricole dans le Bassin arachidier	12
Fragilité de la base de ressources	13
Acteurs et pratiques agricoles	13
Historique des politiques agricoles au Sénégal	14
La période du « tout-Etat » : 1960-1980	15
L'ère des réformes structurelles : après 1980	17
Question fondamentale de politique et de recherche	20
Le projet Analyse Tradeoffs au Sénégal	20
Objectifs et activités	20
Sites de recherches et données	21
Méthode : l'approche et le modèle Analyse Tradeoffs pour le Bassin arachidier	24
L'approche TOA	24
Le modèle TOA	25
Modèle et données biophysiques.....	25
Modèles économiques	26
Modèle environnemental	26
Scénarios technologiques et politiques	27
Résultats et implications	29
Impacts sur le taux de pauvreté	29
Impacts des variations du prix au producteur de l'arachide	29
Impacts des variations du prix de cession de l'engrais	31
Impacts sur les choix et modes de gestion de la production agricole	32
Impacts des variations du prix au producteur de l'arachide et du prix de cession de l'engrais sur l'allocation des parcelles aux principales cultures	32

Impacts des variations du prix au producteur de l'arachide et du prix de cession de l'engrais sur les niveaux de fertilisation des cultures	34
Impacts sur la durabilité agricole... ..	37
Impacts des variations du prix au producteur de l'arachide et du prix de cession de l'engrais sur la relation entre revenu agricole et fertilité des sols	37
Impacts des variations du prix au producteur de l'arachide et du prix de cession de l'engrais sur la relation entre niveaux de pauvreté et fertilité des sols	38
Conclusions	40
Bibliographie	41

Sigles et acronymes

ANCAR	: Agence nationale du conseil agricole et rural
BA	: Bassin arachidier
BM	: Banque mondiale
CNCAS	: Caisse nationale du crédit agricole du Sénégal
CNIA	: Comité national interprofessionnel de l'arachide
CFA	: Communauté financière d'Afrique
CNRF	: Centre national de recherches forestières
CPSP	: Caisse de péréquation et de stabilisation des prix
CSA	: Commissariat à la sécurité alimentaire
DAPS	: Direction de l'analyse, de la prévision et de la statistique
DPS	: Direction de la prévision et des statistiques
DSRP	: Document de stratégie de réduction de la pauvreté
DSSAT	: Decision Support System for Agrotechnology Transfer
ENEA	: École nationale d'économie appliquée
ESAM	: Enquête sénégalaise auprès des ménages
ISRA	: Institut sénégalais de recherches agricoles
LOASP	: Loi d'orientation agro-sylvo-pastorale
MA	: Ministère de l'agriculture
MAE	: Ministère de l'agriculture et de l'élevage
MAHRSA	: Ministère de l'agriculture, de l'hydraulique rurale et de la sécurité alimentaire
MDR	: Ministère du développement rural
MEF	: Ministère de l'économie et des finances
NPK	: Azote, phosphore, potassium
OMD	: Objectifs du millénaire pour le développement
ONCAD	: Office national de coopération et d'assistance au développement
PAC	: Politique agricole commune
PAPEM	: Point d'appui, de pré-vulgarisation et d'expérimentation multilocale
Plan REVA	: Plan retour vers l'agriculture
PMIA	: Projet de modernisation et d'intensification agricole
PNVA	: Programme national de vulgarisation agricole

PR	: Présidence de la république
PSAOP	: Programme de soutien et d'appui aux organisations des producteurs
RS	: République du Sénégal
SATEC	: Société d'assistance technique et de coopération
SCA	: Stratégie de croissance accélérée
SODEVA	: Société de développement et de vulgarisation agricole
SONAGA	: Société nationale de garantie
SONAGRAINES	: Société nationale des graines
SONAR	: Société nationale d'approvisionnement rural
TOA	: Tradeoffs Analysis
UEMOA	: Union économique et monétaire Ouest Africaine
USAID	: United States Agency for International Development

Liste des tableaux

Tableau 1 : Zones d'enquêtes ENEA-ISRA/TOA 2000-04

Tableau 2 : Caractéristiques des exploitations par zone agro-écologique du BA

Tableau 3 : Caractéristiques des parcelles de mil et d'arachide par zone du BA

Tableau 4 : Impacts de la variation du prix de l'arachide sur la pauvreté par zones du BA

Tableau 5 : Impacts de la variation du prix de l'arachide sur les niveaux de fertilisation par zone du BA

Tableau 6 : Impacts de la variation du prix de l'engrais sur les niveaux de fertilisation par zone du BA

Liste des figures

Figure 1 : Zones agro-écologiques du Bassin arachidier et villages d'enquêtes 2000-04

Figure 2 : Organisation du modèle TOA

Figure 3 : Impacts des variations du prix de l'arachide sur le taux de pauvreté dans le BA

Figure 4 : Impacts de la variation du prix de l'engrais sur le taux de pauvreté

Figure 5 : Impacts de la variation du prix de l'arachide sur l'allocation des parcelles

Figure 6 : Impacts de la variation du prix de l'engrais sur l'allocation des parcelles

Figure 7 : Impacts de la variation du prix de l'arachide sur les niveaux de fertilisation

Figure 8 : Impact de la variation du prix de l'engrais sur le niveau de fertilisation

Figure 9 : Impacts de la variation du prix au producteur de l'arachide sur la relation entre le niveau du revenu agricole et les pertes en azote du sol

Figure 10 : Impacts de la variation du prix de l'engrais sur la relation entre le niveau du revenu agricole et les pertes en azote du sol

Figure 11 : Impacts de la variation du prix au producteur de l'arachide sur la relation entre le taux de pauvreté et les pertes en azote du sol

Figure 12 : Impacts de la variation du prix de l'engrais sur la relation entre le taux de pauvreté et les pertes en azote du sol

Introduction

Après des décennies de forte croissance démographique, de sécheresses, de politiques d'ajustement structurel, l'économie à base agricole du Sénégal est confrontée à trois défis majeurs qui interpellent la puissance publique : la pauvreté, l'insécurité alimentaire et la durabilité des systèmes agricoles. En effet, les statistiques officielles les plus récentes montrent qu'au Sénégal la pauvreté affecte 57 % de la population nationale en 2001-02 et atteint 65 % des ruraux (DPS, 2004). La faiblesse des disponibilités alimentaires combinée à la stagnation ou pire, à la chute de la production et des revenus agricoles ont contribué à aggraver la situation d'insécurité alimentaire, surtout en zone rurale. La forte pression démographique (presque 3 % par an) a entraîné une dégradation des ressources productives notamment foncières et une baisse de la productivité agricole dans le Bassin arachidier. En plus, l'extrême pauvreté dans l'espace rural accentue les mouvements migratoires vers les grands centres urbains et côtiers, escale avant la grande aventure vers l'Europe ou l'Amérique (RS, 2006 ; Projet SEN 99/003, 2001).

Pour les décideurs, les réponses à ces trois défis ne sauraient et ne pourraient être simples ou uniques en raison du caractère complexe et multidimensionnel de chacun d'entre eux et surtout de leur interconnexion. Fort heureusement pour ces décideurs, la décision politique bien informée par une science rigoureuse fournissant une information pertinente, fiable et utile peut y remédier.

Au Sénégal, la prise en charge de ces défis transparaît explicitement ou implicitement dans toutes les réformes des politiques économiques et agricoles entreprises durant ces dernières années (LOASP, DRSP, SCA). En outre, la plupart des récents documents de politiques aux échelles régionale ou internationale (PAC de l'UEMOA, OMD, Vision 2020) suggèrent qu'un taux de croissance économique globale d'au moins 7 % par an est impératif pour créer suffisamment d'emplois, réaliser des gains substantiels de productivité, améliorer sensiblement les conditions de vie des ménages et réduire la pauvreté de moitié d'ici 2015. Il découle de ce postulat que les conditions d'atteinte de ces objectifs incluent une forte croissance du secteur rural notamment agricole.

Les interventions publiques pour inverser sensiblement et durablement les tendances négatives observées de dégradation des ressources productives, de baisse de la productivité agricole et de paupérisation accrue des populations rurales ont revêtu la forme de réformes politiques macro-économiques et sectorielles, la mise en œuvre de programmes, projets, etc. Toutefois, leurs impacts restent encore méconnus en raison d'une absence d'études ou un manque d'informations fiables, créant ainsi un gap de connaissances à combler.

Le but principal de cette étude est de contribuer à la résorption de ce gap en identifiant et évaluant les impacts d'une gamme d'options disponibles en termes de technologies et/ou de politiques. Elle utilise une approche et un modèle pluridisciplinaires (*Analyse Tradeoffs ou TOA*) pour mener une analyse quantitative des impacts de ces options sur des indicateurs de performance, de durabilité agricole et de pauvreté dans la principale région agricole du Sénégal, le Bassin arachidier (BA).

Faudrait-il aussi souligner qu'un intérêt connexe de cette étude mais tout aussi important a trait au fait que les résultats du Bassin arachidier sénégalais peuvent, en raison de la similarité physique et socio-économique des contextes existants, être extrapolables à tout ou une grande partie de l'espace agro-écologique de la bande sahélienne de la région Ouest africaine.

Le présent document est organisé en cinq (5) sections : la section 1 décrit le contexte de cette recherche dans le Bassin arachidier tandis que les sections 2 et 3 présentent le Projet *Analyse Tradeoffs* au Sénégal et le modèle construit pour le BA en faisant ressortir les composantes biophysique et économique. Les résultats de la simulation sont discutés dans la section 4 et les implications tirées dans la section 5 portant sur les conclusions.

Contexte

Le secteur agricole constitue la base de l'économie sénégalaise en termes de revenu, de budget et d'équilibre de la balance commerciale. S'il emploie près de 70% de la population active, il ne contribue que pour 10% à la formation du produit intérieur brut tout en absorbant en moyenne le dixième des investissements publics (RS/MEF, 2006).

Le Bassin arachidier (BA) constitue la principale région agricole du pays. Dans son acceptation traditionnelle, ce qui est appelé le « vieux Bassin arachidier » couvre 5 régions administratives (Louga, Diourbel, Thiès, Kaolack et Fatick) se trouvant entre les isohyètes 200 et 800 mm. Mais, un glissement suivant un gradient Nord-Sud s'est opéré durant ces dernières décennies pour englober une partie des régions de Tamba et de Kolda. En termes de production, le BA représente en moyenne 70% des surfaces cultivées, 67% de la production d'arachide et 66% de la production de mil sur le plan national (DAPS, 2005).

Environnement de la production agricole dans le Bassin arachidier

L'examen approfondi de l'environnement de production agricole dans le BA réalisé à travers de nombreuses études fait ressortir un certain nombre d'éléments factuels qui

renseignement sur la sévérité de la crise qui secoue le secteur agricole et l'ampleur des défis à relever.

Fragilité de la base de ressources

D'abord, le contexte biophysique est marqué par une dégradation des ressources productives. Les sols, originellement pauvres en matières organiques, sont soumis à différents processus érosifs (érosion éolienne, hydrique) et à des systèmes de culture continue sans ou avec faibles apports de fertilisants. La matière organique (fumier, résidus agricoles et déchets domestiques) en plus d'être fragile, est rare et objet de multiples usages qui contribuent à l'exportation de la fertilité. En plus, on note la disparition presque totale de la pratique de la jachère de longue durée (Badiane *et al.*, 2000; Gaye, 2000; Kelly, 1991; Ndiaye et Sagna, 1989; Steiner, 1996; Diagona, 2003).

Le contexte climatique est caractérisé par un phénomène de péjoration illustrée par une baisse du régime pluviométrique et surtout une mauvaise répartition spatiale et temporelle. Il s'y ajoute une utilisation inefficace des ressources hydriques existantes.

Il faut aussi mentionner la forte compétition entre les usages alternatifs de l'arbre et la faiblesse de son intégration dans les systèmes agricoles (Badiane *et al.*, 2000; Ndiaye et Sagna, 1989).

Acteurs et pratiques agricoles

L'aspect le plus frappant est l'atomisation de l'offre du fait que l'essentiel de la production agricole est réalisée par de petites exploitations familiales s'appuyant sur une base factorielle assez légère (environ un demi-hectare par producteur). Ces exploitations ont subi des transformations structurelles au terme de processus de différenciation, de segmentation et de restructuration en réponse aux mutations dans le milieu physique et socioéconomique (Faye *et al.*, 2007).

De plus, la gestion des cultures est marquée par une faible utilisation des intrants dits modernes. Le taux d'utilisation des semences certifiées (environ un tiers des semences utilisées) reste encore bas. Les pratiques d'amendement chimique ou organique des sols sont peu courantes. Historiquement, on a observé une tendance à la stagnation, voire à la régression, de la consommation nationale d'engrais NPK (Gaye, 2000; Kelly, 1991; Ndiaye et Sagna, 1989; Gaye, 1989). De même, l'utilisation de la matière organique pour la fertilisation des cultures est très faible, malgré les recommandations formulées par la recherche agronomique (Badiane *et al.*, 2000).

En somme, le constat général est celui d'une base fragile de ressources productives avec des conditions précaires et contraignantes d'utilisation et d'exploitation qui ne permettent pas d'assurer le fonctionnement efficient et durable des systèmes de production agricole. S'y ajoute que le contexte politique est marqué par des politiques macro-économiques et sectorielles peu incitatives en raison de leur instabilité, des interventions intempestives de l'Etat, source de risque dans un environnement déjà très incertain (Reardon *et al.*, 1996). Les conséquences de ce qui précède sont illustrées par :

- ◆ une stagnation ou baisse de la production et de la productivité agricole ;
- ◆ une faiblesse du revenu agricole et rural ;
- ◆ des déficits céréaliers/vivriers croissants ;
- ◆ une situation d'insécurité alimentaire et de pauvreté (jusqu'à 60 % en milieu rural) et ;
- ◆ des importations alimentaires en hausse qui grèvent la balance des paiements.

Historique des politiques agricoles au Sénégal

En réponse aux problèmes qui se posent au secteur agricole, des initiatives diverses ont été prises par les décideurs publics. Les analystes des politiques agricoles au Sénégal sérient ces différentes initiatives en distinguant en général 3 à 5 périodes historiques en fonction de leur point de départ et des dates butoir retenues (Dieng, 2007 ; Dieng et Diagana, 2004 ; Kelly *et al.*, 1996 ; Delgado et Jammeh, 1991 ; Faye *et al.*, 2007 ; etc.). Mais globalement, ces diverses périodes peuvent être synthétisées en deux grands moments avec 1980 comme année de rupture non seulement dans le contexte physique et économique mais aussi dans la philosophie inspirant et orientant les interventions de l'Etat :

- ◆ de 1960 à 1980 : la période du « tout-Etat » ;
- ◆ après 1980 : l'ère des réformes structurelles.

On peut illustrer la transition entre ces deux grands moments comme le passage "*d'une économie administrée à une économie de marché et d'une économie endettée à une économie assainie financièrement*" (Hugon, 1991) ou, en utilisant le discours officiel local, « *du tout-Etat* » au « *moins ou mieux d'Etat* ».

La période du tout-Etat: 1960-1980

La première grande période d'avant 1980 est celle de l'Etat Providence interventionniste à souhait et elle se particularise par le soutien aux cultures d'exportation. Les politiques agricoles menées se situent dans le prolongement de la politique de spécialisation héritée de la colonisation. Pour conforter les exportations, dans une logique de valorisation des avantages comparatifs, les soutiens publics à l'agriculture sont orientés vers l'arachide, principale culture d'exportation (Dieng, 2007).

En lieu et place d'un secteur privé inexistant, l'Etat mène des politiques publiques volontaristes d'inspiration idéologique socialiste en intervenant dans tous les segments de la production agricole par le biais de l'Office nationale de coopération et d'assistance au développement (ONCAD) ou par les sociétés de développement et le mouvement coopératif.

La période du Programme agricole (PA) est essentiellement marquée par une politique de réglementation totale des prix à travers la Caisse de péréquation et de stabilisation des prix (CPSP). L'un des objectifs visés était surtout la stabilisation des prix des produits agricoles de rente tels que l'arachide et le coton dont les prix étaient pan-territoriaux et n'enregistraient pas de variations saisonnières. Toutefois, du fait de la fluctuation des récoltes, la stabilité des prix impliquait l'instabilité des revenus. Pour ce qui est des céréales sèches (mil, sorgho, maïs), l'État déterminait à chaque campagne un prix au producteur fixe qui devait être appliqué par ses mandataires et les commerçants agréés (Gaye, 2000; Kelly *et al.*, 1996; Gaye, 1994; Martin et Crawford, 1987; Martin et Dieng, 1986; MDR, 1986; MDR, 1977).

L'approvisionnement du monde rural en facteurs de production (semences, engrais chimiques et matériel agricole) était basé sur une politique de subvention ou de cession à crédit et de remboursement en nature sur les récoltes. Les semences d'arachide étaient distribuées à crédit aux chefs de famille sur la base de la main d'œuvre familiale disponible identifiée aux membres imposables. Pour encourager l'intensification agricole, l'engrais chimique dont la fabrication est assurée par les Industries chimiques du Sénégal (ICS) à partir de 1967, était fortement subventionné à un taux moyen de 61%. Quant au matériel agricole, les demandes étaient recensées chaque année par l'encadrement qui se chargeait d'établir les commandes et de les livrer aux coopératives à crédit remboursable sur 5 ans. Le faible taux de recouvrement des dettes a provoqué l'effondrement du système de crédit agricole (Gaye, 2000; Kelly *et al.*, 1996).

La politique de développement rural, après l'Indépendance, a consisté en la consolidation des acquis de la colonisation en matière de pistes de production pour évacuer les

produits agricoles par l'ONCAD, de puits et forages, et de magasins de stockage. En 1970, l'État crée la Société nationale des graines (SONAGA) pour accorder des facilités d'acquisition des véhicules pour le transport de l'arachide. Dans le même temps, il a été procédé à l'augmentation de la capacité de trituration des huileries. Les années 70 ont aussi été marquées par la multiplication des marchés ruraux hebdomadaires. Ces marchés se sont développés cependant en dehors de toute volonté de la puissance publique et ont permis la valorisation des produits agricoles et le développement d'autres activités dans l'économie rurale, notamment l'intégration de l'élevage dans l'économie marchande (Gaye, 2000).

La recherche et la vulgarisation agricoles ont fait aussi l'objet de l'appui étatique durant le Programme agricole. Au début des années 60, une politique de promotion de la traction animale, de l'utilisation de la fumure et du traitement des semences entre autres actions, a été menée sous l'égide de la Société d'assistance technique et de coopération (SATEC). A la fin des années 60, la mise en place des Unités expérimentales du Sine-Saloum marque le début d'une approche transdisciplinaire des problèmes de l'agriculture. Les problèmes de la vulgarisation des nouvelles techniques culturales sont ainsi pris en charge par la Société de développement et de vulgarisation agricole (SODEVA) qui a remplacé la SATEC : vulgarisation de masse axée sur les « thèmes légers » tout en renforçant le volet élitiste des « thèmes lourds » caractérisés par l'utilisation de la fumure forte et de la traction bovine. L'ISRA créé en 1974 pour remplacer les instituts de recherches métropolitains, garde les mêmes programmes, les mêmes thèmes de recherche et la même couverture géographique. Les Points d'appui de pré-vulgarisation et d'expérimentation multilocale (PAPEM) sont maintenus pour valider les résultats obtenus en station. Avec la création du Centre national de recherche forestière (CNRF) en 1965, la foresterie devenait déjà un domaine de recherche avec la sylviculture des essences exotiques pour régénérer les formations naturelles (Gaye, 2000).

A la fin des années 70, toutes ces initiatives ont abouti à une adoption sélective ou partielle des recommandations agronomiques par les paysans. Selon Gaye (2000), ces recommandations préconisaient, certes, des méthodes efficaces en termes de productivité mais ne se souciaient pas de leur faisabilité technique dans les conditions paysannes, de leur rentabilité économique, de leur accessibilité financière et de leur acceptabilité sociale.

Les gros déséquilibres budgétaires résultant des interventions publiques massives, la faible croissance économique et les fortes distorsions de prix dans un contexte de choc

pétrolier et de sécheresse signeront l'échec de ces politiques volontaristes du « tout-Etat », justifiant la mise en oeuvre de réformes structurelles.

L'ère des réformes structurelles : après 1980

La grande période d'après 1980 est celle des ajustements structurels menés à différents rythmes. Les programmes d'ajustement sont constitués de paquets standardisés de mesures visant, entre autres, à augmenter la part des biens exportables (favoriser les exportations ou le plus souvent supprimer les obstacles ou les distorsions au développement des exportations) ou de substitutions aux importations pour retrouver la croissance économique.

Ces mesures s'inscrivent dans un cadre idéologique libéral avec un plus grand recours au marché (libéralisation des échanges), une réduction des interventions de l'Etat dans l'économie (désengagement de l'Etat) et une ouverture sur l'extérieur qui doit se traduire par une amélioration de la compétitivité des biens d'exportation ou de substitution (MDR, 1984 ; MDR, 1985 ; Gaye, 2000 ; Dieng, 2007).

Au niveau des politiques de prix, la nouvelle approche consiste à minimiser les interférences de l'Etat dans les mécanismes du marché. Le régime des prix des céréales est libéralisé alors que celui des cultures de rente (arachide et coton) est administré. Pour le mil et les autres céréales sèches dont les prix ont été libéralisés, le nouveau rôle de l'Etat s'est limité à la mise en place d'un système d'information sur les marchés pour faciliter les arbitrages et la transparence. Pour l'arachide, le Comité national interprofessionnel de l'arachide (CNIA) est mis en place et utilise le prix au producteur comme principal instrument d'incitation des paysans en l'annonçant systématiquement à l'avance. Entre 1985 et 1991, dans un contexte de chute des cours mondiaux, le prix de l'arachide fut soutenu par la CPSP à travers les fonds tirés de la péréquation positive sur le riz et les produits pétroliers importés. D'autres mesures furent envisagées après la dévaluation du franc CFA en 1994 et la dissolution de la CPSP en 1996. Mais la fixation du prix maintenu par le CNIA a favorisé le développement des marchés informels offrant des possibilités d'écoulement plus rapides et à des prix plus rémunérateurs (MA, 1994 ; MA, 1998a ; MA, 1998b ; Gaye, 2000).

L'engrais chimique est le facteur de production qui a été le plus touché par la vérité des prix. Après une période de flottement entre 1980 et 1983, l'Etat lève la subvention du trésor public sur le prix de l'engrais. Pour atténuer les effets de la hausse consécutive à cette mesure, un Programme spécial de subvention dégressive financé par l'USAID et la Coopération française est mis en place entre 1986 et 1988. Cette subvention était

appliquée uniquement sur les achats au comptant auprès des distributeurs privés. La fin de cette subvention dégressive en 1989 et la dévaluation du franc CFA en 1994 ont entraîné un renchérissement de l'engrais, ce qui a abouti à certaines mesures telles que le changement de formules ou encore la baisse du taux d'intérêt sur le crédit agricole (Gaye, 2000 ; MDR, 1995).

Les politiques d'approvisionnement du monde rural en facteurs de production connaissent un bouleversement avec la dissolution de l'ONCAD et la création de la Société nationale d'approvisionnement rural (SONAR) en 1980. Entre 1980 et 1984, la formule du crédit agricole est remplacée par la formule de retenue à la source. Une ponction de 20 FCFA par kg est opérée sur le prix au producteur pour compenser les semences et l'engrais distribués au *pro rata* des quantités d'arachide vendues par les bénéficiaires dans le circuit officiel. Avec l'avènement de la Nouvelle politique agricole (NPA) en 1984-85, l'acquisition des intrants au comptant devient la règle grâce au nouveau système de crédit créé avec la Caisse nationale de crédit agricole du Sénégal (CNCAS). Les conditions d'accès au crédit deviennent plus restrictives avec notamment l'exigence d'un apport personnel. On encourage aussi les paysans à constituer leurs propres réserves de semences (MDR, 1984 ; MDR, 1985 ; Gaye, 2000).

Les nouvelles conditions d'accès au crédit ont entraîné une baisse des superficies arachidières avec un capital semencier dégradé, une baisse de l'utilisation de l'engrais et un vieillissement du matériel agricole. Les tentatives de relance de la production de semences certifiées à travers la création de la Société nationale des graines (SONA-GRAINES), la privatisation et la réorganisation du service semencier n'ont pas encore donné de résultats probants. De même, le programme de phosphatage de fond lancé en 1997 n'a pas pu atteindre ses objectifs en termes de restauration des sols dégradés. La Loi d'orientation agro-sylvo-pastorale (LOASP), le plan Retour vers l'agriculture (Plan REVA) et les recommandations du Document de stratégie de réduction de la pauvreté (DSRP) marquent la volonté politique du nouveau régime de mettre en place un nouveau type d'exploitation agricole.

Dans le domaine des infrastructures rurales, cette période est surtout caractérisée par la promotion de l'hydraulique rurale avec l'augmentation significative du nombre de forages motorisés. L'Etat a procédé à la réhabilitation des ouvrages vétustes et à la responsabilisation des utilisateurs qui doivent désormais prendre en charge les coûts de fonctionnement des forages. Les activités de maraîchage et d'embouche sont ciblées pour valoriser les forages. A travers la SODEVA, l'Etat a également procédé à la construction de magasins communautaires de stockage pour sécuriser les réserves

de semences constituées par les paysans. En 1997, le Projet de modernisation et d'intensification agricole (PMIA) est lancé pour rechercher l'accroissement des gains de productivité par la relance de l'investissement agricole par les facilités d'accès au crédit à court et moyen termes (Gaye, 2000).

La nouvelle philosophie en matière de recherche et de vulgarisation agricole est basée sur une approche systémique et participative. Les programmes de recherche sont régionalisés pour une meilleure prise en charge des contraintes et des potentialités spécifiques à chaque zone écologique. La stratégie d'adoption sélective ou partielle observée chez les producteurs a poussé à l'abandon de la notion de paquets technologiques au profit d'une approche fractionnée. La priorité est désormais donnée aux technologies centrées sur une meilleure gestion des ressources naturelles : fertilisation organique avec ou sans compostage, défense et restauration des sols dégradés, valorisation de la biomasse et intégration agro-sylvo-pastorale. Dans le Bassin arachidier, des variétés d'arachide résistantes à la sécheresse sont vulgarisées (la Fleur 11, la 55-437 et la 73-33) mais les organismes d'encadrement et de vulgarisation (SODEVA) mettent surtout l'accent sur la promotion des cultures vivrières (maïs au sud du BA, mil au centre du BA et niébé au nord du BA) avec l'adoption du Plan céréalier en 1986. La SODEVA avait aussi d'autres missions comme la promotion des étables d'embouche pour produire du fumier amélioré et la reforestation pour corriger le dessouchage opéré sous le Programme agricole. La SODEVA, tombée dans la léthargie, a été dissoute en 1998. Quelques années auparavant (début des années 90) le Programme national de vulgarisation agricole (PNVA) a été créé pour favoriser la diffusion des méthodes culturales améliorées à travers une approche démonstrative par des visites organisées. Les années 2000 ont vu le démarrage des activités d'une autre structure : l'Agence nationale du conseil agricole et rural (ANCAR) financée par la Banque mondiale à travers le Programme de soutien et d'appui aux organisations des producteurs (PSAOP) avec comme attributions prioritaires le renforcement institutionnel des Organisations de producteurs, la communication et l'appui-conseil.

En conclusion, cette analyse historique des politiques agricoles a, entre autres choses, fait ressortir quelques éléments soit invariants parce qu'ayant résisté aux ruptures idéologiques et politiques, soit prioritaires parce qu'ayant été au centre des préoccupations des décideurs publics. On peut en identifier, sans présomption d'exhaustivité, les suivants :

- ◆ une politique active de régulation de prix de certains produits stratégiques ;
- ◆ une politique de promotion de l'utilisation des intrants dits modernes ;

- ◆ des programmes de développement rural dans une approche régionalisée ou nationale ;
- ◆ l'appui à la recherche agricole dans sa fonction principale de génération de technologies et de connaissances pour améliorer la productivité du secteur agricole et informer la prise de décision.

Ces interventions sont aussi le condensé de plusieurs options intéressantes à partir desquelles la recherche peut construire des scénarios d'analyse pour étudier leurs impacts sur le secteur agricole.

Question fondamentale de politique et de recherche

La question-clé pour les décideurs politiques est de savoir si ces multiples interventions peuvent inverser les tendances négatives du secteur agricole ci-dessus mentionnées, promouvoir la durabilité des systèmes agricoles et réduire la pauvreté. Cette question politique peut être déclinée en questions de recherche pour, d'une part, identifier des options technologiques et politiques permettant d'atteindre les objectifs poursuivis, et d'autre part, mesurer leurs impacts en analysant les relations entre les indicateurs de pauvreté et de durabilité agricole dans chacune des options considérées.

La contribution du Projet Tradeoffs Analysis (TOA) consistera à constituer une base scientifique de réponses empiriques à ces questions de recherche pour informer la prise de décision politique.

Le Projet Analyse Tradeoffs au Sénégal

Objectifs et activités

Le Projet TOA a pour objectif général d'appuyer les institutions partenaires de la région ouest africaine dans le domaine de l'analyse des systèmes de production agricole, des technologies et des politiques. De manière spécifique, ses objectifs en Afrique de l'Ouest sont doubles (Diagana, 2006):

- ◆ renforcer la capacité analytique des institutions partenaires et ;
- ◆ développer des applications locales du modèle TOA à travers des recherches collaboratives.

De ces objectifs ont découlé les principales activités suivantes :

- ◆ formation de chercheurs à l'approche et au modèle TOA ;
- ◆ développement et mise en œuvre d'une application locale TOA par le biais de travaux de recherche (collecte et analyse de données) pour évaluer les performances des systèmes agricoles et les options technologiques et politiques pour stimuler la durabilité agricole et réduire la pauvreté.

Sites de recherches et données

Les recherches menées dans le cadre de ce projet ont consisté en une collecte de données primaires et secondaires de nature multidisciplinaire sur le Bassin arachidier et en leur analyse. Le tableau 1 présente les entités administratives polarisant les zones d'étude du Bassin arachidier couvertes par les enquêtes ENEA et ISRA/TOA.

Tableau 1: Zones d'enquêtes ENEA-ISRA/TOA 2000-04

Année	Institution	Régions	Départements	Total Bassin arachidier
2000	ENEA	Louga	Louga	5 années
2001	ENEA	Kaolack	Nioro	4 régions administratives
2002	ENEA	Kaolack	Kaolack	6 départements
2003	ENEA	Fatick	Fatick	52 villages
2003	ENEA	Thiès	Tivaouane	414 exploitations agricoles
2003	ISRA/TOA	Kaolack	Nioro	2249 parcelles de mil, arachide et maïs suivies
2004	ENEA	Fatick	Foundiougne	
2004	ISRA/TOA	Kaolack	Nioro	

Les aires couvertes ont été délimitées en cinq zones agroécologiques (figure 1):

- ◆ le nord du BA avec le département de Louga ;
- ◆ le centre-nord du BA avec le département de Tivaouane dans Thiès ;
- ◆ le centre-sud du BA avec les départements de Kaolack et Fatick ;
- ◆ le sud-ouest du BA avec le département de Foundiougne dans Fatick et ;
- ◆ le sud-est du BA avec le département de Nioro dans Kaolack.

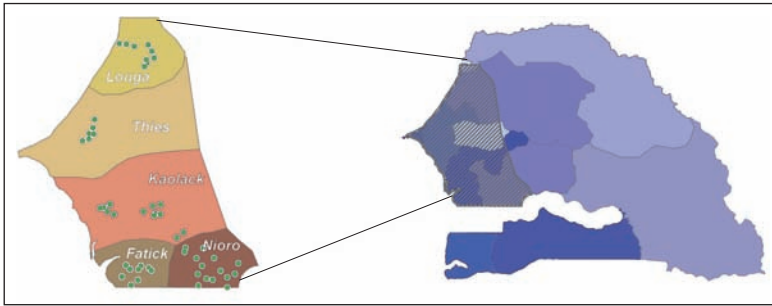


Figure 1 : Zones agro-écologiques du Bassin arachidier et villages d'enquêtes 2000-04

Les enquêtes ont été menées à deux niveaux :

- ◆ au niveau exploitation : sur les caractéristiques, les ressources (foncières, humaines, animales, équipement et matériel, etc.) et les revenus agricoles et non agricoles, et,
- ◆ au niveau parcelle : sur le suivi de la production de mil, d'arachide et de maïs avec un inventaire de tous les intrants utilisés et un enregistrement des quantités récoltées, en plus des prix des facteurs et des produits.

Tableau 2 : Caractéristiques des exploitations par zone agro-écologique du BA

Zones du BA	Population moyenne (par exploitation)	Surfaces totales cultivées (ha)	Niveau revenu annuel (cfa/tête)	Part revenu total de l'exploitation provenant du secteur		
				Agricole	Elevage	Non agricole
Nord : Louga	19	9,85	95 314	44	2	54
Centre-nord : Thiès	19	9,13	106 805	50	4	46
Centre-sud : Kaolack/Fatick	18	7,28	76 268	45	5	50
Sud-ouest : Foundiougne	24	15,07	69 135	54	1	45
Sud-est : Nioro	15	11,68	88 649	63	6	31

Source : ENEA, ISRA/TOA, 2000-04

Du tableau 2, on peut retenir que les exploitations suivies ont :

- ◆ une taille démographique largement au dessus de la moyenne nationale de 10 personnes ;

- ◆ des surfaces cultivées variables selon les zones entre 7 et 15 ha, révélant une base foncière moyenne faible d'un demi-hectare *per capita* ;
- ◆ un revenu annuel moyen par tête faible (moins de 100 000 FCFA équivalant à environ 250 FCFA/jour/tête), provenant au moins en moitié de l'agriculture (44 à 63%), les activités non agricoles venant ensuite, suivies de très loin par l'élevage.

Le tableau 3 décrit les caractéristiques générales des parcelles de mil et d'arachide par zone agro-écologique du Bassin arachidier :

- ◆ une petite taille (1,2 – 1,8ha) ;
- ◆ un faible niveau d'utilisation de l'engrais minéral, très variable selon les cultures et les zones avec une sensible hausse en allant du nord plus aride vers le sud plus pluvieux ;
- ◆ l'application du fumier sur les céréales, surtout dans les zones situées au nord du BA.

Tableau 3 : Caractéristiques des parcelles de mil et d'arachide par zone du BA

Zones	Taille moyenne (ha)	Taux de semis (kg/ha)	% parcelles avec engrais NPK	Quantité moyenne NPK (kg ingred. actif/ha)	% parcelles avec fumier	Main d'œuvre (homme jour/ha)
Parcelles arachide						
Nord : Louga	1,78	80	15%	5.45	--	35
Centre-nord : Thiès	1,21	87	--	--	--	54
Centre-sud : Kaolack/Fatick	1,30	96	23%	9	--	48
Sud-ouest : Foundiougne	1,48	104	51%	25	--	41
Sud-est : Nioro	1,27	75	42%	17	--	39
Parcelles mil						
Nord : Louga	1,66	5,38	5%	--	39%	33
Centre-nord : Thiès	1,89	3,47	--	--	47%	34
Centre-sud : Kaolack/Fatick	1,28	4,70	15%	5	46%	38
Sud-ouest : Foundiougne	1,51	5,26	33%	14	9%	38
Sud-est : Nioro	1,50	5,04	48%	20	19	34

Source : ENEA, ISRA/TOA, 2000-04

Méthode : l'approche et le modèle Analyse Tradeoffs pour le Bassin arachidier

L'approche TOA

L'approche TOA présente les caractéristiques-clé suivantes :

- ◆ un processus participatif et interactif mettant en relation chercheurs et décideurs ;
- ◆ une approche intégrée de plusieurs disciplines et,
- ◆ un outil analytique.

Elle s'appuie sur une démarche organisée en plusieurs étapes pour déboucher sur l'action: a) l'identification du problème, b) le choix des scénarios, c) l'analyse intégrée (biophysique et économique) du problème, d) la présentation des résultats (graphes) et e) le cadre pour action.

Tout d'abord, l'approche *Tradeoffs* emprunte une démarche participative et interactive impliquant les acteurs-clé du système étudié: producteurs, décideurs politiques et chercheurs. Cette démarche se fait en plusieurs étapes successives: la définition de la question de recherche, le montage et l'exécution du projet de recherche, l'analyse *Tradeoffs* et la restitution des résultats pour informer la décision et servir de base à l'action.

L'aspect participatif est surtout important au niveau de la phase d'identification du problème étudié durant laquelle un consensus est recherché sur l'identification des indicateurs du problème, la formulation des hypothèses sur les interactions (*tradeoffs*) entre ces indicateurs et la construction de scénarios technologiques et politiques pertinents.

Le caractère intégrateur de l'approche apparaît au cours de la conception et de l'exécution du projet de recherche sur le problème en question car la prise en charge des dimensions de celui-ci implique les besoins en modèles (modèle des cultures, modèle économique et modèle environnemental) et en données provenant de plusieurs disciplines. Sont aussi identifiées les unités d'analyse (parcelle, exploitation, zone agro-écologique, etc.) et les données à collecter pour chaque type de modèle.

Le modèle *Tradeoffs* met en relation ces différents modèles et leurs résultats dans une interface où le logiciel TOA permet d'analyser le problème étudié, c'est-à-dire les relations (*tradeoffs*) entre les indicateurs choisis dans le cadre de chaque scénario de technologie ou de politique considéré.

Enfin, cet outil visualise les résultats de ces analyses sous forme de graphiques à deux ou trois dimensions comme support pour informer les décideurs.

Sur le plan opérationnel, l'approche *Tradeoffs* se particularise par :

- ◆ une démarche graduelle d'agrégation allant du niveau micro au niveau macro avec une prise en compte de la variabilité spatiale du phénomène étudié ;
- ◆ une intégration des analyses biophysique et économique ;
- ◆ l'utilisation de concepts-clé comme indicateurs, relations *tradeoffs* et scénarios¹.

Le modèle TOA

Le modèle TOA a été conçu comme un outil d'aide à la prise de décision en matière de politique agricole et environnementale (Stoorvogel *et al.*, 2001, 2004a, b). Globalement décrit, il essaie de capter la complexité des systèmes agricoles qu'il veut analyser en distinguant les trois parties qui les composent, en réalité des processus dynamiques et complexes qui interagissent. Ce sont les processus biophysiques de production, processus d'évolution de la ressource environnementale (sol, eau, etc.) et processus économiques de prise de décision en réaction aux incitations et aux contraintes du milieu.

Chaque processus est reconstitué sous forme de modèle disciplinaire qui utilise les données appropriées. Le modèle TOA sert d'interface en combinant ces différents modèles dans un espace interactif pour simuler les effets de diverses options politiques et technologiques sur des indicateurs de performance et de durabilité des systèmes agricoles. Son organisation est décrite par la figure 2.

Modèle et données biophysiques

La partie biophysique du modèle TOA comprend le modèle *DSSAT* (Decision Support System for Agrotechnology Transfer) qui est un modèle de croissance des cultures. Dans le contexte du BA, ce modèle est construit et calibré pour chacune des cultures

¹ Pour plus d'informations sur l'approche et le modèle, voir les sites web www.tradeoffs.nl et www.tradeoffs.montana.edu

(mil et arachide). Pour chaque culture, il utilise les données de climat et de sol en plus des caractéristiques génétiques et agronomiques de la plante pour simuler la croissance de la plante sur une unité de surface à partir d'un mode donné de gestion culturale au bout d'un cycle donné.

Le modèle *DSSAT* produit des résultats sur le rendement en biomasse et en graines de la culture en plus d'autres variables d'intérêt comme l'état des ressources hydriques et des éléments nutritifs du sol. Comme spécifié sur la figure 2, les rendements simulés sont incorporés dans les modèles économétriques pour illustrer l'effet sur la production de l'hétérogénéité spatiale de l'environnement de production.

Modèles économiques

Les modèles économiques sont de deux types: un modèle économétrique et un modèle de simulation. Le modèle économétrique est constitué d'un système d'équations représentant des fonctions de production (graines et résidus de récolte d'arachide, graines de mil) et de demande d'intrants pour chaque culture (engrais minéral et organique, pesticides, semences, main d'œuvre). Ces équations sont estimées sous forme logarithmique linéaire et sont ensuite incorporées dans le modèle de simulation des décisions de culture et de leurs impacts sur les variables économiques. Les résultats de la modélisation biophysique avec *DSSAT/Century* faite avec les différents scénarios sont aussi utilisés dans le modèle économique de simulation du système mil-arachide.

Modèle environnemental

Le modèle environnemental simule les effets sur la ressource ou le service environnemental des décisions économiques suggérées par le modèle de simulation économique. Ainsi, le modèle *Nutmon* utilise les résultats du modèle économique pour simuler leurs impacts sur l'état des éléments nutritifs (azote N, phosphore P) du sol, indicateur du niveau de fertilité. Le modèle *Century* associé au modèle de culture *DSSAT* simule aussi les quantités de carbone séquestré dans le sol au bout d'une période donnée de culture des spéculations agricoles suivant le mode de gestion prédit par le modèle économique.

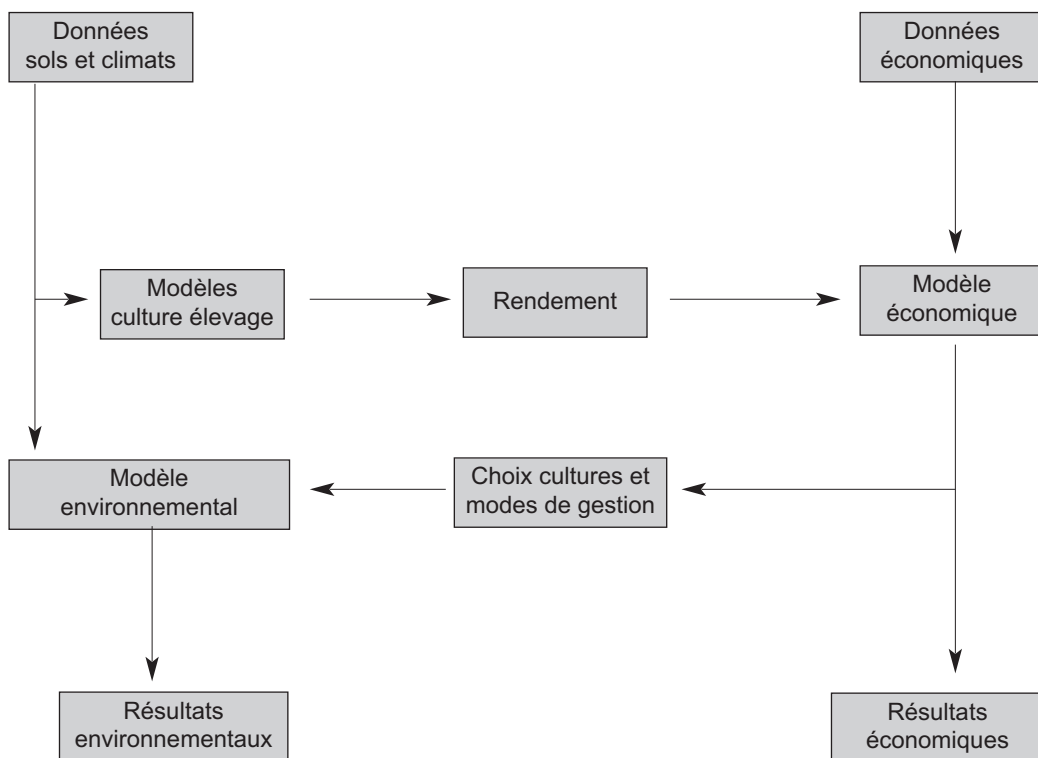


Figure 2 : Organisation du modèle TOA

Scénarios technologiques et politiques

Pour tourner le modèle du Bassin arachidier, divers scénarios représentant des options technologiques et politiques ont été construits à côté du référentiel de base (ou situation courante observée) pour simuler les effets de plusieurs formes d'intervention des décideurs publics à différents niveaux du monde rural : marché des produits, marché des facteurs, secteur non agricole, gestion de la fertilité des sols, développement rural, marché de carbone, etc.

Au total, les sept scénarios décrits ci-dessous ont été considérés dans le modèle d'analyse TOA du Bassin arachidier :

- ◆ **Base** : il représente le système de production en cours dans le Bassin arachidier caractérisé à partir des données de 5 années d'enquêtes.

- ◆ **Engrais** : l'idée est de représenter un programme d'amélioration de la gestion de la fertilité des sols par la promotion de l'utilisation de l'engrais via l'amélioration de sa disponibilité, la réduction sensible de son coût et l'adoption de la pratique d'incorporation des résidus de récolte.

Changement dans le modèle : au moins 50 kg/ha niveau de fertilisation, incorporation des résidus additionnels, 50 % diminution du prix de l'engrais NPK.

- ◆ **Carbone** : l'idée est de représenter un programme qui valoriserait le carbone séquestré sous forme de paiements aux producteurs participant aux contrats de carbone (exploitation des opportunités offertes par le Mécanisme de Développement Propre du Protocole de Kyoto).

Changements dans le modèle : *idem* scénario Engrais plus prix carbone = 50 000 FCFA/tonne.

- ◆ **Rural** : l'idée est de représenter les effets d'un programme de développement rural (exemple : combinaison de meilleures opportunités d'emploi non agricole, planification familiale, scolarisation, etc.) qui réduiraient la taille des ménages ruraux et augmenteraient celle des exploitations agricoles.

Changements dans le modèle : diminution de la taille des ménages de 25 % et augmentation de la taille des exploitations de 50 %.

- ◆ **Combinaison** : il combine les scénarios Engrais et Rural.

- ◆ **Variété** : l'idée est de représenter les effets d'un changement technologique sous forme d'introduction de matériel végétal hautement performant qui induirait des gains substantiels de productivité des principales cultures².

Changements dans le modèle : hausse de 50 % du rendement des cultures.

- ◆ **Reva** : l'idée est de représenter quelques effets potentiels du plan REVA (Retour vers l'agriculture) qui appelle à un retour massif des jeunes ruraux vers l'agriculture avec l'appui de l'Etat sous différentes formes (développement des infrastructures, distribution d'équipements agricoles et d'un matériel végétal amélioré, renforcement

²On ne considère ici que le gain de rendement induit par le changement variétal qui peut aussi inclure une amélioration de la résistance aux maladies, de la tolérance à la sécheresse, une plus grande capacité de fixation des éléments nutritifs du sol, etc.

des capacités, accès à la terre, etc.) pour la réalisation de pôles d'émergence agricoles intégrés.

Changements dans le modèle: hausse de 20-40% du rendement des cultures, augmentation de 20% de la taille des ménages et des exploitations agricoles.

A ces scénarios s'ajoutent deux formes d'intervention politique basées sur l'utilisation des instruments de prix:

- ◆ sur le marché des produits (variation de 25 à 175% du prix au producteur de l'arachide autour de son niveau de base 100);
- ◆ sur le marché des facteurs (variation de 25 à 175% du prix de cession de l'engrais NPK autour de son niveau de base 100).

Résultats et implications

Dans la présentation des résultats de la simulation du modèle du BA, différents indicateurs de pauvreté et de durabilité agricole sont utilisés:

- ◆ **Pauvreté:** l'incidence ou le taux de la pauvreté H défini comme le pourcentage de pauvres q (individus ou ménages) dans la population étudiée n ($H=q/n$). Il faut noter ici que la ligne de pauvreté choisie est un revenu de 500 FCFA tête/jour ou environ 1 \$US/tête/jour, ce qui correspond à la ligne de pauvreté totale définie en milieu rural dans le cadre de l'ESAM II (2001/02).
- ◆ **Durabilité:** cet indicateur composite inclut:
 - La production: le choix des cultures (allocation des parcelles entre l'arachide et le mil) et le mode de gestion des cultures (niveau de fertilisation);
 - La génération de revenu (revenu agricole);
 - Le maintien de la base productive (fertilité des sols);
 - Les relations entre ces divers indicateurs de performance (revenu), de fertilité des sols (perte en azote) et de pauvreté.

Impacts sur le taux de pauvreté

Impacts des variations du prix au producteur de l'arachide

La figure 3 montre les impacts d'une intervention sur le marché des produits par le biais d'une variation du prix au producteur de l'arachide associée aux scénarios décrits plus

haut. Au prix de base de l'arachide, le taux moyen simulé de pauvreté dans le BA est de 59% dans le scénario de base, ce qui est très proche du taux de 57,5% observé au niveau des ménages ruraux du Sénégal pour la période 2001/02 dans le cadre de l'ESAM II. Par rapport au scénario de base, tous les autres scénarios ont un effet réducteur sur le taux de pauvreté, une hausse du prix au producteur de l'arachide se traduisant dans tous les cas considérés par une baisse du niveau général de pauvreté dans le BA. Le scénario associant le développement rural avec la promotion de la fertilisation minérale (*combinaison*) a l'effet le plus marqué illustré par une baisse de près de trente points de pourcentage par rapport au référentiel de base. Ensuite suivent l'option technologique d'un changement variétal (*variété*) avec un gain substantiel de productivité, puis celle du programme de Retour vers l'agriculture (*Reva*).

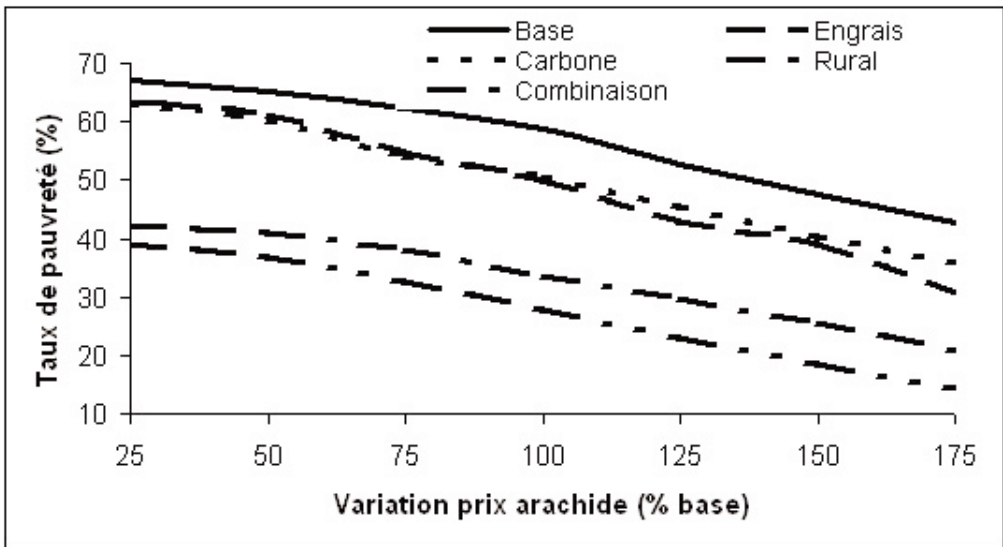


Figure 3: Impacts des variations du prix de l'arachide sur le taux de pauvreté dans le BA

Cependant, on peut noter que ces effets réducteurs sur le taux de pauvreté des différents scénarios sont loin d'être uniformes, mais varient d'une zone à une autre du BA. En effet, l'analyse spatiale montre que les taux simulés de pauvreté sont plus élevés au centre-sud et au nord du BA et plus bas dans le centre-nord, la partie sud se trouvant entre les deux (tableau 4).

Il faut aussi souligner que ces résultats, bien que similaires pour la région de Kaolack, tranchent avec ceux de l'ESAM II montrant que la région de Louga (qui couvre l'essentiel du nord du BA) avait un des taux observés de pauvreté les plus bas, en raison des revenus importants de transferts provenant de la migration internationale. En plus, la variation spatiale des effets d'un changement des prix de l'arachide est pratiquement la même pour tous les scénarios.

Tableau 4 : Impacts de la variation du prix de l'arachide sur la pauvreté par zones du BA

Zone	Scénarios						
	Base	Engrais	Carbone	Rural	Combinaison	Variété	Reva
Nord : Louga	61	59	58	43	39	49	46
Centre-nord : Thiès	44	35	34	25	20	29	37
Centre-sud :							
Kaolack Fatick	67	62	63	41	36	54	54
Sud-ouest :							
Foundiougne	54	46	48	29	20	37	43
Sud-est : Nioro	55	41	45	24	13	32	34
Toutes zones	59	50	51	34	28	41	48

Source : Simulation modèle TOA

Impacts des variations du prix de cession de l'engrais

La figure 4 montre les impacts d'une intervention sur le marché des facteurs par le biais d'une variation du prix de cession de l'engrais associée aux scénarios décrits plus haut.

Pour tous les scénarios, la hausse du prix de cession des engrais se traduit par une augmentation du taux de pauvreté et la baisse entraîne l'effet inverse. Comparativement à l'intervention sur le marché des produits, celle sur le marché des intrants a un effet plus faible, en témoignent les courbes quasi-inélastiques sur la figure 4.

Comme antérieurement, le scénario basé sur un schéma de développement rural (*Rural*) a l'effet le plus réducteur sur le niveau général de pauvreté.

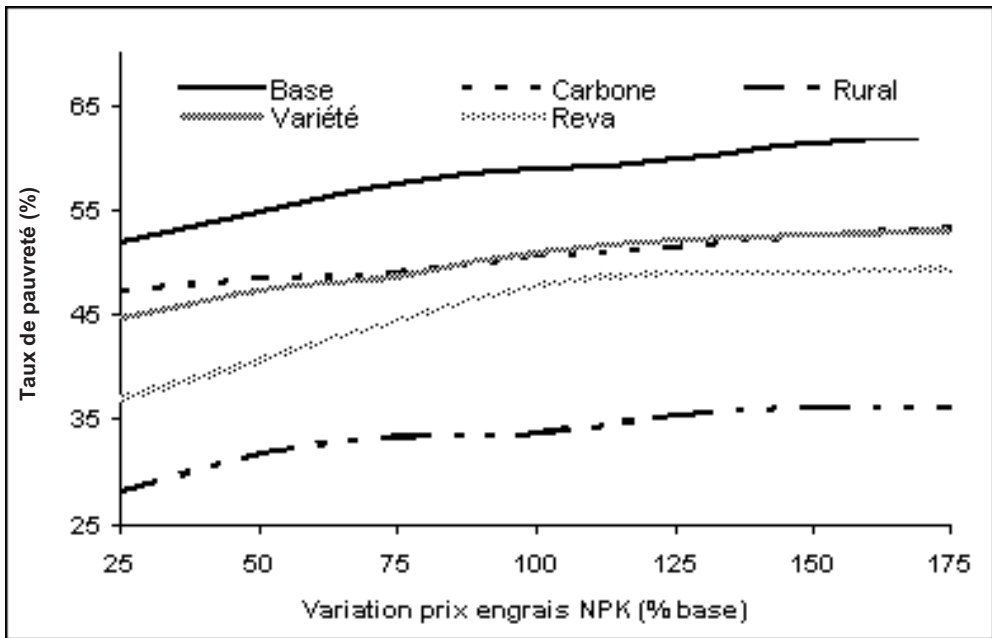


Figure 4 : Impacts de la variation du prix de l'engrais sur le taux de pauvreté

Impacts sur les choix et modes de gestion de la production agricole

Impacts des variations du prix au producteur de l'arachide et du prix de cession de l'engrais sur l'allocation des parcelles aux principales cultures

La figure 5 montre l'impact de la variation du prix au producteur de l'arachide sur le pourcentage des parcelles affectées à l'arachide et au mil. Comme attendu, le phénomène de substitution est observé pour les scénarios considérés car une augmentation du prix au producteur de l'arachide, *ceteris paribus*, entraîne une affectation de plus en plus importante des parcelles à la culture de l'arachide au détriment du mil. L'effet est d'autant plus marqué qu'il s'agit du scénario d'amélioration variétale (*variété*). Cependant, ce phénomène de substitution est beaucoup moins évident dans le cas d'une variation du prix de cession de l'engrais, le pourcentage de parcelles allouées à chaque culture restant stationnaire (figure 6).

Donc, l'effet prix au producteur de l'arachide qui implique un changement de prix relatifs favorable à l'arachide est plus prépondérant sur l'allocation des parcelles que l'effet prix de cession des engrais chimiques.

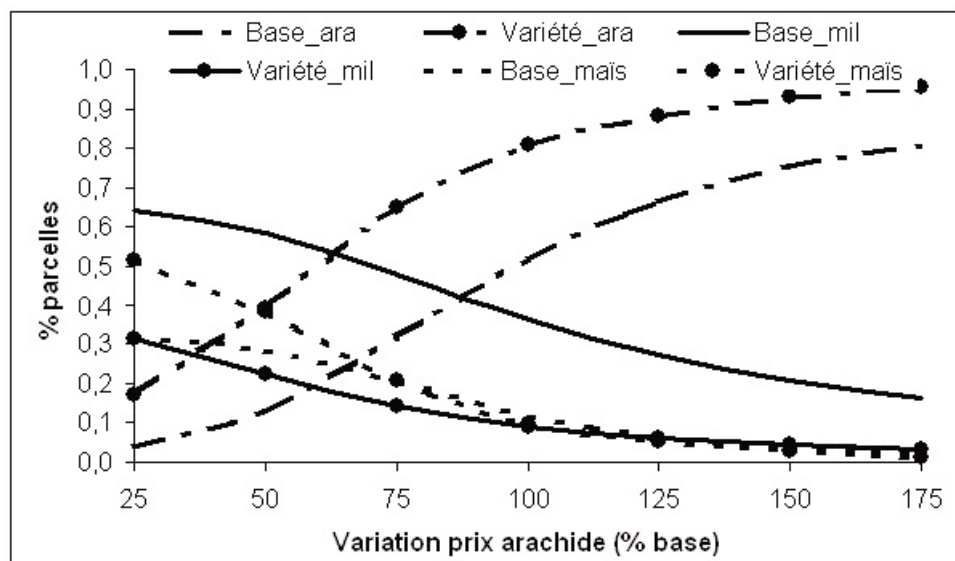


Figure 5 : Impacts de la variation du prix de l'arachide sur l'allocation des parcelles

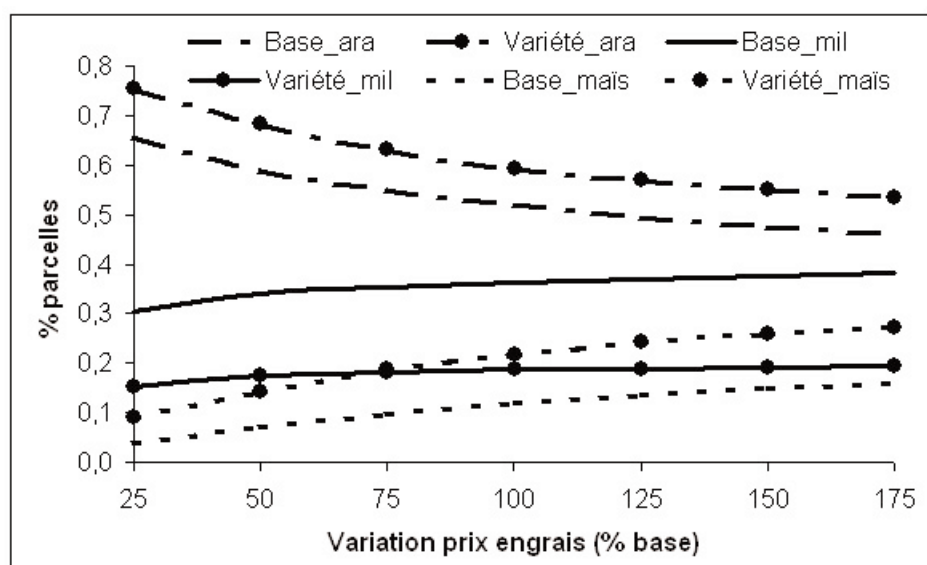


Figure 6 : Impacts de la variation du prix de l'engrais sur l'allocation des parcelles

Impacts des variations du prix au producteur de l'arachide et du prix de cession de l'engrais sur les niveaux de fertilisation des cultures

Pour tous les scénarios, l'augmentation du prix au producteur de l'arachide entraîne une hausse du niveau général de fertilisation sur les deux cultures. Par rapport au scénario de base, les scénarios comportant une politique pro-engrais (*engrais*) combinée à des programmes de développement rural (*Combinaison*) ou une valorisation du carbone séquestré (*carbone*) ont les effets les plus notables (figure 7). Quand, dans les autres scénarios, les niveaux de fertilisation simulés restent dans la faible fourchette de 10 - 20 kg/ha, les 3 scénarios précités répondent à des hausses du prix de l'arachide par des augmentations substantielles des niveaux de fertilisation (plus de 80 kg/ha) correspondant à des modules de forte intensification culturale. Il faut cependant préciser que ce dernier aspect est lié à l'exigence d'un minimum de fertilisation (50 kg/ha) pour chacun de ces scénarios.

L'analyse spatiale (tableau 5) montre les mêmes tendances avec la dominance des trois scénarios décrits plus haut et des niveaux de fertilisation plus élevés dans les zones sud (ouest et est) du BA, ce qui correspond aux observations faites sur les caractéristiques de production (tableau 3).

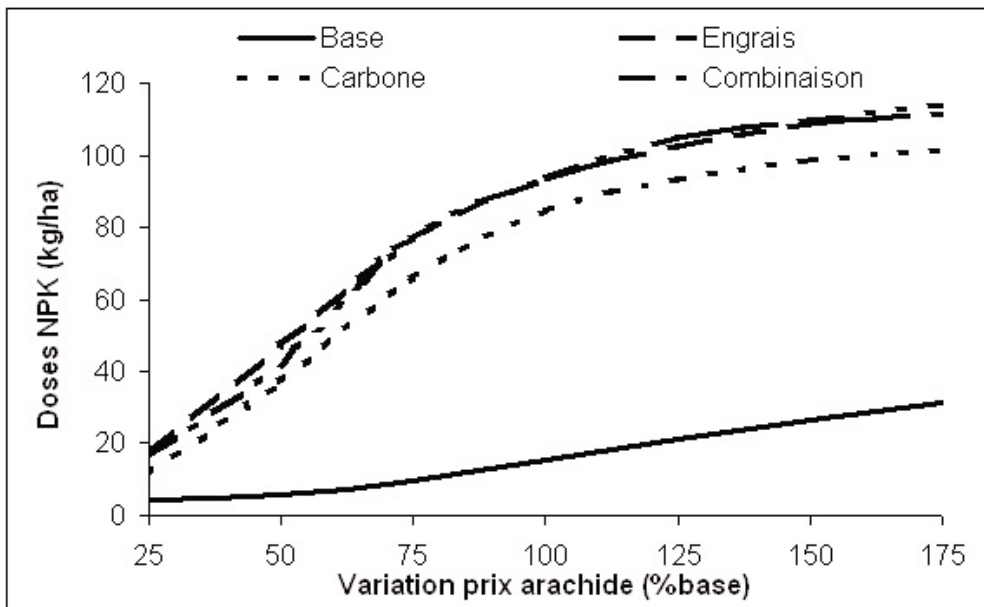


Figure 7 : Impacts de la variation du prix de l'arachide sur les niveaux de fertilisation

Tableau 5 : Impacts de la variation du prix de l'arachide sur les niveaux de fertilisation par zone du BA

Région	Scénarios						
	Base	Engrais	Carbone	Rural	Combinaison	Variété	Reva
Nord : Louga	8	74	70	9	75	10	9
Centre-nord :							
Thiès, Diourbel	5	77	75	6	76	6	6
Centre-sud :							
Kaolack, Fatick	16	65	54	16	67	19	17
Sud-ouest : Foundiougne	51	123	98	53	123	58	57
Sud-est : Nioro	32	104	84	33	102	41	36

Source : Simulation modèle TOA

La figure 8 et le tableau 6 montrent l'impact de la variation du prix de cession des engrais chimiques sur le niveau de fertilisation des cultures. Pour les scénarios considérés, l'augmentation du prix de cession des engrais chimiques entraîne sans surprise une baisse du taux de fertilisation des cultures, ce qui est conforme à la théorie de la demande. Cependant, l'allure des courbes obtenues traduit le caractère inélastique de la demande d'engrais chimiques. Le scénario *Carbone* se détache des autres en raison de l'exigence d'un minimum de fertilisation (50 kg/ha) pour prendre part au contrat de carbone.

L'analyse spatiale du tableau 6 illustre encore la dominance du scénario *Carbone* pour les raisons décrites plus haut et des niveaux de fertilisation qui augmentent plus on va vers les zones sud (ouest et est) du BA.

En somme, les interventions sur le marché des produits par l'utilisation de l'instrument de prix de l'arachide se révèlent plus intéressantes que celle sur le marché des facteurs comme moyen d'incitation pour influencer le choix des cultures et leur mode de gestion. Aussi, les scénarios de gestion de la fertilité des sols, de contrat de carbone et de développement rural semblent plus favorables à une relance de la fertilisation des sols dans le BA.

En plus, au vu des résultats de ces politiques de prix, on peut retenir que la valorisation du carbone séquestré telle que conçue ici agit comme un facteur d'incitation à la fertili-

sation chimique des cultures dans le Bassin arachidier du Sénégal: non seulement elle peut favoriser l'investissement sur les technologies de fertilisation, mais aussi comme revenu additionnel, elle permet d'alléger la contrainte de liquidité qui est souvent citée comme un frein à l'investissement dans la fertilisation des sols.

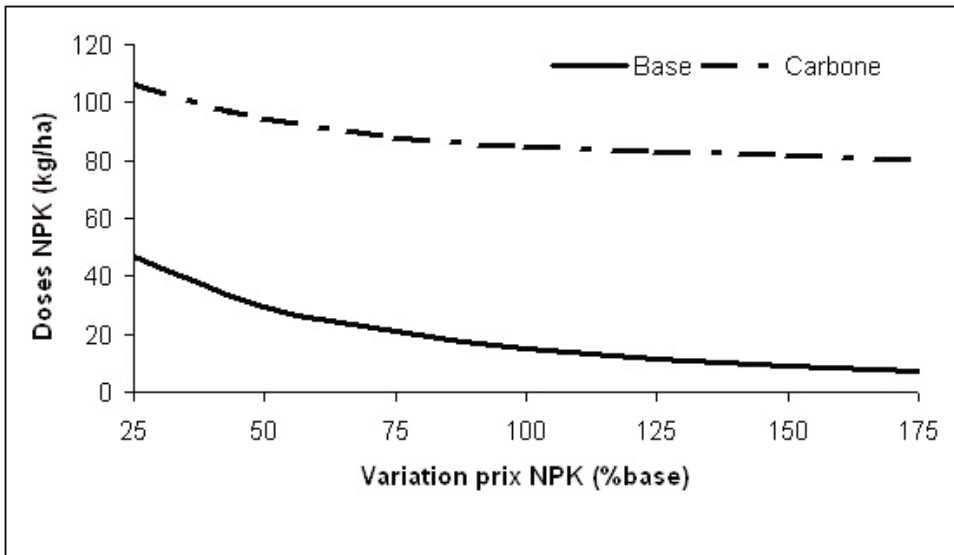


Figure 8 : Impact de la variation du prix de l'engrais sur le niveau de fertilisation

Tableau 6 : Impacts de la variation du prix de l'engrais sur les niveaux de fertilisation par zone du BA

Région	Scénarios				
	Base	Carbone	Rural	Variété	Reva
Nord : Louga	12	86	13	15	12
Centre-nord : Thiès, Diourbel	8	95	8	9	9
Centre-sud : Kaolack, Fatick	18	66	18	24	20
Sud-ouest : Foundiougne	62	124	63	71	71
Sud-est : Nioro	41	109	42	54	47

Source : Simulation modèle TOA

Impacts sur la durabilité agricole

Impacts des variations du prix au producteur de l'arachide et du prix de cession de l'engrais sur la relation entre revenu agricole et fertilité des sols

L'augmentation du prix au producteur de l'arachide se traduit dans tous les scénarios par une hausse simultanée du revenu agricole et du taux de perte en azote du sol (figure 9). En d'autres termes, les gains de productivité et de revenu sont réalisés en accélérant le processus de perte des éléments nutritifs des sols.

L'effet notable est que les pertes en azote sont plus marquées avec les scénarios incluant un changement technologique induisant des gains de productivité agricole (*variété* surtout et *reva*). Ainsi, cette relation positive entre le revenu agricole et cet indicateur de fertilité des sols laisse suspecter un caractère non durable des gains de revenus agricoles obtenus en épuisant le sol d'une partie de sa capacité productive, notamment sa teneur en éléments azotés si critique pour son niveau de fertilité.

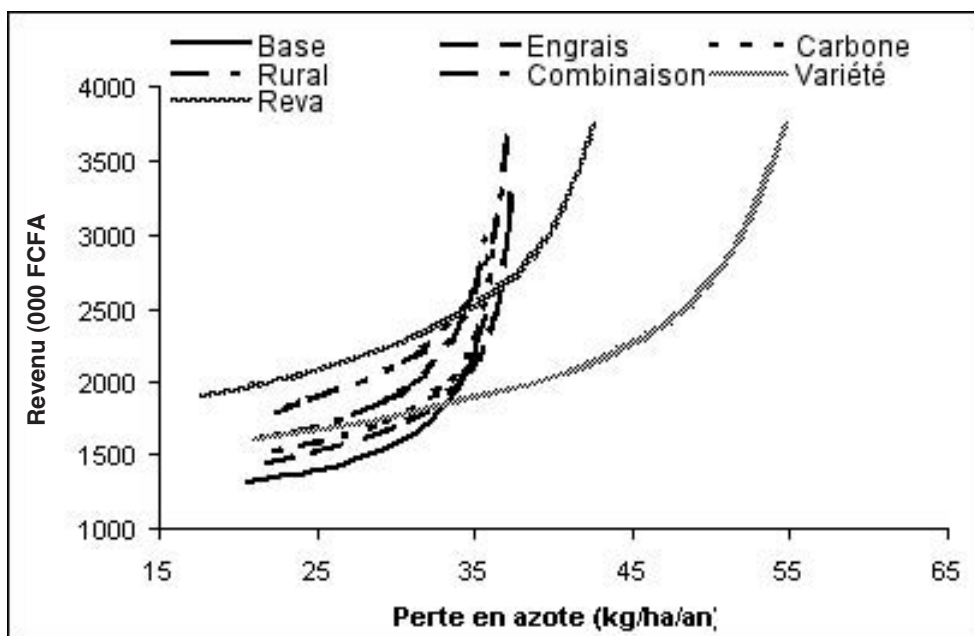


Figure 9 : Impacts de la variation du prix au producteur de l'arachide sur la relation entre le niveau du revenu agricole et les pertes en azote du sol

Il faut aussi souligner que le même type de relation inverse entre le revenu agricole et fertilité des sols est obtenu en variant le prix de l'engrais (figure 10), renforçant ainsi l'idée de la non durabilité du mode de gestion du système agricole permettant de générer ces gains.

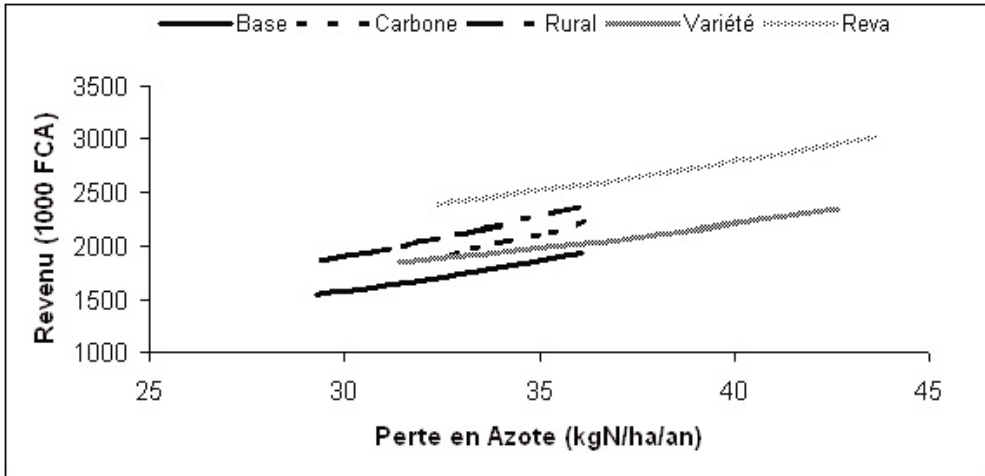


Figure 10 : Impacts de la variation du prix de l'engrais sur la relation entre le niveau du revenu agricole et les pertes en azote du sol

Impacts des variations du prix au producteur de l'arachide et du prix de cession de l'engrais sur la relation entre niveaux de pauvreté et fertilité des sols

La variation du prix de l'arachide se traduit par une relation inverse entre le taux de pauvreté et celui des pertes en azote du sol (figure 11), quel que soit le scénario considéré. En effet, la réduction du taux de pauvreté est réalisée en accélérant le processus de perte des éléments nutritifs des sols. Particulièrement préoccupant du point de vue durabilité est le résultat qu'aucun scénario ne réduit la pauvreté tout en diminuant le taux de perte en azote. Ainsi, tous les scénarios pris individuellement illustrent un compromis à faire entre la réduction de la pauvreté et le maintien du niveau de fertilité des sols.

Dans cette recherche de compromis, comparativement aux autres, les scénarios de développement rural combiné à la promotion de la fertilisation (*combinaison* et *rural*) constituent des options plus efficaces de réduction du niveau de pauvreté et de ralentissement du phénomène de dégradation de la ressource naturelle productive. Cela est à contraster avec les scénarios technologiques d'amélioration variétale (*variété* et *reva*) qui se révèlent être des options peu protectrices de la qualité des ressources productives.

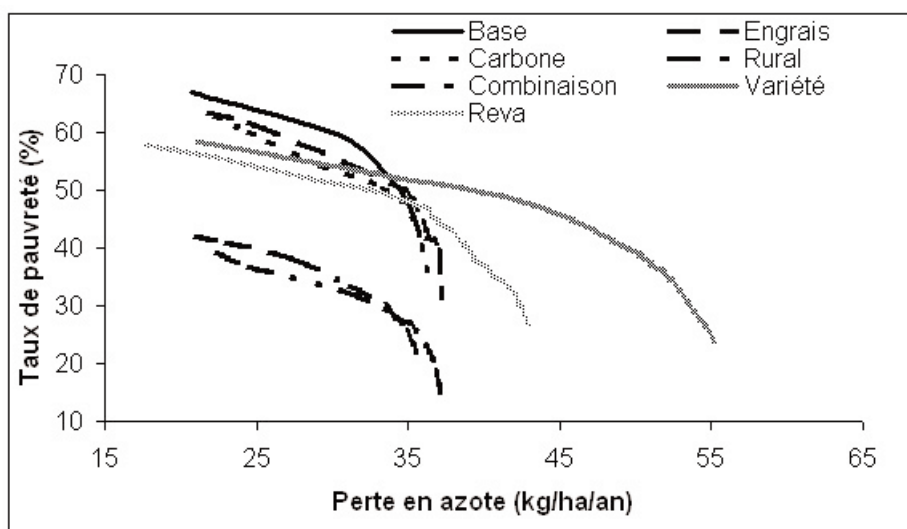


Figure 11 : Impacts de la variation du prix au producteur de l'arachide sur la relation entre le taux de pauvreté et les pertes en azote du sol

Des résultats similaires sont aussi obtenus avec une variation du prix de l'engrais (figure 12), avec cependant un effet moins important pour tous les scénarios.

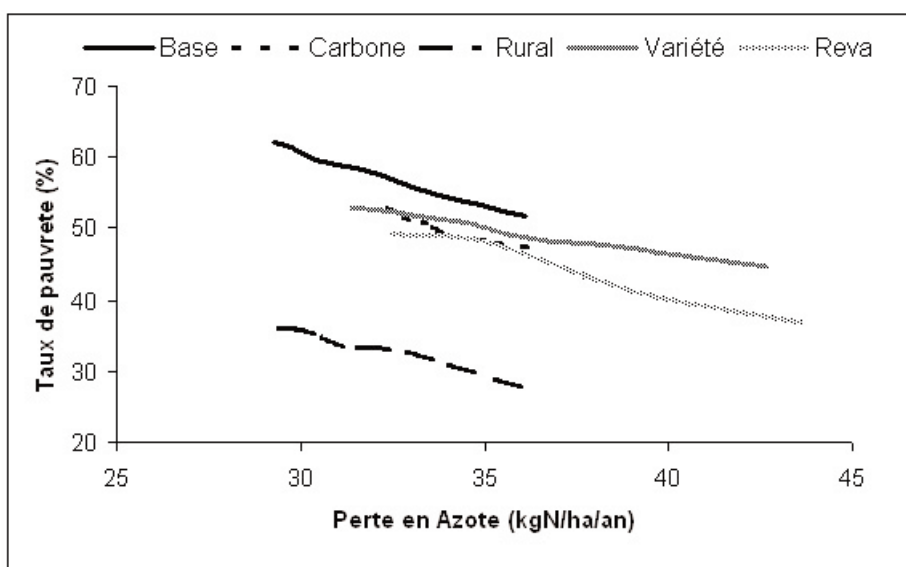


Figure 12 : Impacts de la variation du prix de l'engrais sur la relation entre le taux de pauvreté et les pertes en azote du sol

Conclusions

Dans cette étude, on a utilisé l'approche *Tradeoffs* mettant en relation le modèle biophysique *DSSAT/Century* avec le modèle économétrique de simulation et le modèle environnemental de suivi des nutriments du sol *Nutmon* pour simuler les impacts de certaines options politiques et technologiques sur la pauvreté et la durabilité des systèmes agricoles dans le Bassin arachidier du Sénégal. Divers scénarios allant de la promotion de pratiques de fertilisation aux stratégies de développement rural en passant par l'innovation technologique ont été construits et ont permis d'étudier les réponses du système de production mil-arachide aux changements dans le contexte politique (interventions sur les marchés des produits et des facteurs) et d'analyser la dynamique des relations entre pauvreté et environnement. En résumé, les points saillants suivants peuvent être retenus des résultats de ce modèle de simulation.

Tout d'abord, le modèle TOA du BA peut être crédité d'un bon pouvoir prédictif. En effet, les résultats de la simulation sur le niveau de pauvreté et sa variabilité dans l'espace sont comparables à ceux observés dans les études ESAM. Les réactions simulées du système dominant de production agricole aux variations de prix des produits et des intrants sont conformes aux enseignements de la théorie économique de l'offre et de la demande.

Ensuite, quel que soit le scénario considéré, les interventions sur les marchés des produits (prix arachide) ont un effet plus marqué sur la réduction de la pauvreté et sur les niveaux de fertilisation que celles sur les marchés des intrants (prix engrais). L'importance de l'arachide dans le système de production et de génération de revenu et le changement des prix relatifs au producteur en faveur de cette culture peuvent expliquer ce résultat. S'y ajoute l'inélasticité prix de la demande d'engrais qui peut contribuer à la faiblesse relative de l'effet des politiques de prix d'engrais.

Parmi les options considérées, les scénarios de développement rural et de gestion de la fertilité des sols ont les effets les plus réducteurs sur le niveau général de pauvreté dans le BA, comparé aux autres options technologiques ou politiques. Cela implique que la promotion de l'emploi en milieu rural et la diversification des activités qui en découle peuvent constituer des moyens efficaces de lutte contre la pauvreté.

Par contre, aucun scénario ne ralentit le processus de perte des éléments nutritifs des sols corroborant ainsi les observations faites sur le niveau avancé de dégradation de ressources productives dans le secteur agricole.

De plus, les résultats suggèrent que le système agricole mil-arachide dominant dans le BA avec le mode courant de gestion basé sur une faible utilisation de la fertilisation est

peu durable en raison des pratiques se traduisant par des gains de productivité réalisés à partir de fortes exportations de la fertilité non compensées par des apports externes de fertilisants. Cela est cohérent avec les observations de la persistance de la pauvreté et de systèmes agricoles non durables faites dans des espaces agro-écologiques précaires et soumis à de fortes pressions sur les ressources productives.

Il ressort aussi des résultats que les relations entre pauvreté et environnement sont des relations de compromis, en ce sens que les avancées dans la lutte contre le premier défi se font au détriment de la préservation du second. En effet, tous les scénarios pris individuellement illustrent ce type de compromis *gagnant-perdant* entre la réduction de la pauvreté et le maintien du niveau de fertilité des sols.

Pourtant dans la recherche de compromis gagnant-gagnant, cible des interventions des politiques, il est préoccupant qu'aucun des scénarios considérés, ni technologique ni politique, ne puisse constituer à lui seul une panacée au double défi pauvreté et durabilité.

Autant l'option technologique pure (amélioration variétale comprise ici seulement par des gains de rendement agricole) semble intéressante contre la pauvreté, autant elle se révèle peu protectrice de la qualité des ressources foncières nécessaire pour une production agricole durable. Le maintien ou la restauration de la fertilité des sols pose problème à cause, d'une part, des bas niveaux de fertilité des sols du BA et, d'autre part, du mode de gestion culturale et des exigences nutritives des cultures qui se traduisent par des fortes exportations de nutriments non compensées par des apports externes. En conséquence, le changement variétal doit être accompagné par un mode de gestion améliorée de la fertilité à même d'inverser les tendances à l'appauvrissement des sols en ses éléments nutritifs.

Toutefois, des lueurs de promesse peuvent filtrer de deux niveaux qui constituent des pistes d'investigation que la recherche devra suivre et approfondir. D'une part, les scénarios de combinaison qui s'appuient sur une approche globale et non sectorielle de développement ont exhibé un potentiel plus efficace de réduction du niveau de pauvreté et de préservation de la ressource naturelle productive. D'autre part, les scénarios alternatifs d'intégration tels que agriculture/élevage avec un potentiel de diversification, de fertilité et de production largement documenté dans plusieurs études doivent être explicitement considérés dans les analyses futures.

Bibliographie

Diagana, B. 2006. The Tradeoff Analysis Project Phase 2: Scaling Up and Technology Transfer to Address Poverty, Food Security and Sustainability of the Agro-

- Environment. Activities and Accomplishments in West Africa. Présentation à la réunion annuelle du Programme SM CRSP, Accra, Ghana, Février 2006
- Diagana, B. 2003. Land Degradation in SubSaharan Africa: What Explains the Widespread Adoption of Unsustainable Farming Practices? TOA project draft discussion paper.
- Dieng A. B., Diagana B., 2004. Politiques agricoles au Sénégal: survol historique, performances et enseignements. Communication à l'Atelier de formulation de conseils de fumure des sols : « mise à contribution du modèle NuMass et du Soil Test Kit », Bambey, Sénégal, 06-09 Décembre 2004.
- Direction de l'Analyse, de la Prévision et des Statistiques (DAPS), 2004. Loi d'Orientation Agro-Sylvo-Pastorale (LOASP). MAHRSA, Dakar, 44 pages
- Direction de l'Analyse, de la Prévision et des Statistiques (DAPS), 2005. Résultats définitifs de la campagne agricole 2004-2005. MAHRSA, Dakar.
- Direction de Prévision et de la Statistique (DPS), 2004a. Rapport de synthèse de la deuxième enquête sénégalaise auprès des ménages (ESAM II). MEF, Dakar, 260 pages.
- Direction de Prévision et de la Statistique (DPS), 2004b. La pauvreté au Sénégal : de la dévaluation de 1994 à 2001-2002. MEF/BM, Dakar, 31 pages.
- Faye J., Bâ C. O., Dièye P. N., Dansokho, M. ; 2007. Implications structurelles de la libéralisation sur l'agriculture et le développement rural au Sénégal (1950-2006). Première phase, rapport final. I-PAR, BM/CF/ASPRODEB, Dakar, 202 pages.
- Gaye, M., 1989. Le désengagement de l'Etat et la problématique des intrants agricoles au Sénégal. Revue Sénégalaise des Recherches Agricoles et Halieutiques, vol. 2, n°34, pp. 87-94.
- Gaye M., 1994. Les cultures céréalières dans le Bassin arachidier : Motivations et contraintes chez les producteurs. ISRA Série Etudes et Documents, vol. 5, N°2, 26p.
- Gaye, M., 2000. Région de Diourbel : politiques nationales affectant l'investissement chez les petits exploitants. Rapports entre politiques gouvernementales et investissements paysans en Afrique semi-aride : Série Sénégal. Drylands Research working paper 12, Drylands Research/ISRA, 46 pages.
- Hugon P., 1991. Les programmes d'ajustement structurel et les différentes formes d'intégration régionale : In Intégration régionale et ajustement structurel. Coussy J. et P. Hugon Ed., Paris, Ministère de la coopération et du développement, pp : 195-227.

- Kelly, V. A.; Diagana, B.; Reardon, T.; Gaye, M.; Crawford, E., 1996. La productivité des cultures vivrières et commerciales au Sénégal : survol historique, nouveaux résultats d'enquêtes et implications politiques. SD FS II Policy Synthesis N°7F.
- Martin F. et E. Crawford, 1987. Questions à propos de l'autosuffisance céréalière au Sénégal, Communication présentée à la Conférence de l'IFPRI sur la dynamique de la consommation et de la production céréalière en Afrique de l'Ouest tenue à Dakar, du 15-17 juillet 1987.
- Martin F. et A. Dieng, 1986. Analyse de la situation alimentaire au Sénégal, Évolution de 1974 à 1985 et Perspectives, ISRA, Bureau d'Analyses Macro-économiques. Document de travail BAME 86.3, Dakar, juin 1986.
- Ministère de l'Agriculture (MA), Sénégal, 1994. Lettre de déclaration de politique de développement agricole, Avril.
- Ministère de l'Agriculture (MA), Sénégal, 1998a. Évaluation à mi-parcours de l'exécution du programme agricole 1997/1998.
- Ministère de l'Agriculture (MA), Sénégal, 1998b. Conseil interministériel sur le programme d'investissement du secteur agricole, Mai.
- Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage (MAE), Sénégal, 1998. Recensement national de l'agriculture.
- Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique Rurale et de la Sécurité Alimentaire (MAHRSA), Sénégal, 2006. Plan Retour Vers l'Agriculture (Plan REVA). Dakar, 13 pages.
- Ministère du Développement Rural (MDR), Sénégal, 1977. Plan d'investissement alimentaire, Dakar.
- Ministère du Développement Rural (MDR), Sénégal, 1981. Bilan global des réalisations du Gouvernement en faveur du monde rural depuis l'indépendance, Dakar.
- Ministère du Développement Rural (MDR), Sénégal, 1984. La Nouvelle politique agricole (NPA), Dakar.
- Ministère du Développement Rural (MDR), Sénégal, 1985. Lettre de déclaration de politique de développement agricole.
- Ministère du Développement Rural (MDR), Sénégal, 1986. Etude du secteur agricole : Plan céréalière.
- Ministère du Développement Rural (MDR), Sénégal, 1995. Programme d'ajustement sectoriel agricole, Dakar.

- Ministère de l'Economie et des Finances (MEF), Sénégal, 2003. Lettre de politique de développement de la filière arachide. MEF/MAE, Dakar, 17 pages.
- Ministère de l'Economie et des Finances (MEF), Sénégal, 2006. Stratégie de croissance accélérée. Grappe agriculture/agro-industrie. Rapport d'étape, Dakar, 203 p.
- Ndiaye, J. P. ; Sagna, I., 1989. La fertilisation des cultures au Sénégal : bilan-diagnostic et perspectives. Ministère du Développement Rural, Sénégal, 93 pages.
- Ndiaye, J. P., 2002. Evaluation du programme agricole : Volet phosphatage de fond et volet protection des cultures (Rapport principal). Ministère de l'Economie et des Finances, Direction de la Planification, République du Sénégal, 76 pages.
- Présidence de la République (PR), Sénégal, 1961. Premier Plan quadriennal de développement, 1961-64, Dakar.
- Projet SEN/99/003, 2001. La perception de la pauvreté au Sénégal : volet statistique. DPS/PNUD/DAES, Dakar, 69 pages.
- Reardon T., Kelly V., Crawford E., Jayne T., Savadogo K., Clay D., 1996. Determinants of Farm Productivity in Africa: a Synthesis of four Case Studies. MSU International Development paper n°22.
- République du Sénégal (RS), MEF, 2006. Document de stratégie de réduction de la pauvreté II (DSRP II). Dakar, 103 pages.
- Sagna-Cabral, M. A., 1989. Utilisation et gestion de la matière organique d'origine animale dans un terroir du Centre/Nord du Sénégal. Mémoire d'Etude, Centre National d'Etudes Agronomiques des Régions Chaudes (CNEARC), Montpellier.
- Steiner, K. G., 1996 - Causes de la dégradation des sols et approches pour la promotion d'une utilisation durable des sols. Projet pilote « Gestion durable des sols », GTZ, Eschborn, Allemagne, 58 pages.
- Stoorvogel, J.J., Antle, J.M., Crissman, C.C., Bowen, W. 2001. The Tradeoff Analysis Model Version 3.1: A Policy Decision Support System for Agriculture. Laboratory of Soil Science and Geology, Wageningen University, The Netherlands. Disponible sur www.tradeoffs.montana.edu.
- Stoorvogel, J.J., Antle, J.M., Crissman, C.C. 2004a. Trade-off Analysis in the Northern Andes to Study the Dynamics in Agricultural Land Use. *Journal of Environmental Management* 72, 23-33.
- Stoorvogel, J.J., Antle, J.M., Crissman, C.C., Bowen, W. 2004b. The Tradeoff Analysis Model: Integrated Bio-physical and Economic Modeling of Agricultural Production Systems. *Agricultural Systems* 80, 43-66.