

Colloque René Dumont, Paris, 15 et 16 novembre 2012.
Atelier 1 : Agro-écologie

L'agroécologie pour l'agriculture familiale dans les pays du Sud : impasse ou voie d'avenir ? Le cas des zones de savane cotonnière de l'Afrique de l'Ouest et du Centre

Patrick Dugué⁽¹⁾, Patrice Autfray⁽²⁾⁽³⁾, Mélanie Blanchard⁽⁴⁾, Patrice Djamé⁽⁵⁾, Aimé Landry Dongmo⁽⁶⁾, Pierre Girard⁽⁷⁾, Jean-Paul Olina⁽⁶⁾, Souleymane Ouedrago⁽⁸⁾, Fagaye Sissoko⁽⁹⁾, Eric Vall⁽⁴⁾⁽¹⁰⁾

⁽¹⁾ CIRAD, UMR Innovation, Montpellier, France ; ⁽²⁾ CIRAD, UR SIA, Montpellier France ; ⁽³⁾ NAFRI, Ventiane, Laos, ; ⁽⁴⁾ CIRAD, UMR Selmet, Montpellier, France, ⁽⁵⁾ ACT Projet SCAP Ouagadougou, Burkina Faso, ⁽⁶⁾ IRAD, Garoua, Cameroun, ⁽⁷⁾ Fondation FARM, Paris, France, ⁽⁸⁾ INERA, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, ⁽⁹⁾ IER, Sikasso, Mali, ⁽¹⁰⁾ CIRDES, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

Résumé

Dans les zones de savane subhumides d'Afrique de l'Ouest et du Centre, le modèle de production agricole inspiré par la révolution verte reste celui proposé aux agriculteurs et aux éleveurs. Il mobilise des intrants chimiques, des équipements et des races et variétés sélectionnées. Cette option a été confirmée après les émeutes de la faim de 2008, lorsque la plupart des États d'Afrique subsaharienne ont subventionné les engrais minéraux. Ce modèle de production n'est pas seulement proposé par les structures de développement ou le secteur privé, les agriculteurs sont aussi demandeurs d'un appui pour le mettre en place malgré ses limites et les risques encourus. Mais ces agriculteurs sont aussi détenteurs de savoir-faire reposant sur des processus écologiques qui permettraient un fonctionnement des agroécosystèmes plus efficace et plus durable. Mais les techniques mobilisant ces processus et savoir-faire sont souvent délaissés ou non applicables sur de grandes surfaces. Globalement l'intensification de la production par l'utilisation des intrants et d'équipements est bien mieux appréciée des producteurs que l'intensification écologique des systèmes de production. Bien que connus des structures de développement agricole ces modèles de production "agroécologiques" ont rarement été adoptés à grande échelle. Sans remettre en question l'intérêt des recherches sur l'Agroécologie et sur les IIE des systèmes de production, on propose de mieux comprendre les choix des agriculteurs et des décideurs des pays du Sud afin de rapprocher leurs points de vue de ceux des chercheurs qui prônent ces nouveaux modèles de production agricole.

Mots clés : agroécologie, intensification écologique, stratégies paysannes, système de production, Afrique subsaharienne, zone de savane cotonnière.

Introduction

Durant la dernière décennie, une importante production scientifique et technique a été consacrée à des modèles d'agriculture plus économes en intrants et dont les fondements s'inspirent du fonctionnement des écosystèmes naturels (Wezel et al., 2009). Les termes "agroécologie", "agriculture de conservation", "permaculture", "agriculture biologique", "agriculture raisonnée" et "écologisation des pratiques" sont ainsi rentrés dans le langage commun des agronomes, des décideurs, des agriculteurs et des consommateurs. Ces nouveaux modèles de production agricole et de consommation alimentaire cherchent à répondre pour les prochaines décennies, aux défis de la sécurité alimentaire (quantitative et qualitative) et de la protection de l'environnement. Ils sont régulièrement repris dans les agendas des agences internationales de développement comme le PNUD (De Schutter, 2011), la FAO notamment dans l'ouvrage "Produire plus avec moins" [...d'intrants] (2011) et l'OCDE et le concept de croissance verte (2011). L'accroissement de l'offre alimentaire dans un contexte de pression foncière nécessite une augmentation des rendements alors que le prix courant des intrants ne cesse d'augmenter et que les ressources en eau se raréfient. Cette stratégie d'accroissement de la production alimentaire peut être combinée à celles (i) de réduction des pertes lors du stockage des récoltes, de la commercialisation et de la consommation des produits et (ii) de diminution de la

consommation en produits animaux dans les pays qui en consomment beaucoup aujourd'hui¹. Si L'accroissement de la production agricole doit d'abord aussi se raisonner localement en fonction des potentialités agro-climatiques des petites régions, i.e qualité des sols et l'alimentation hydrique des cultures, au niveau mondial elle devra composer avec trois éléments fondamentaux :

- l'augmentation des prix des engrais minéraux qui dépendent largement du coût de l'énergie fossile ;
- La raréfaction des ressources naturelles "agricoles" par habitant du fait d'accroissement démographiques, i.e en milieu rural dans les pays du Sud, en milieu urbain dans toutes les situations². Dans la majorité des pays du Sud, faute de financements public dédiés aux politiques agro-environnementales les processus de dégradation de ces ressources se poursuivent ;
- Les changements climatiques : accroissement de l'amplitude des aléas climatiques et des risques concomitants comme les inondations, les sécheresses, les tornades, les incendies de forêt ...

Afin de faire face à ces contraintes, l'**Agroécologie** (Altieri, 1986 ; 2002 ; Gliessman, 1990 ; Francis *et al.*, 2003) et l'**Intensification Ecologique (IE)** (Griffon, 2009) apparaissent comme des voies d'avenir. Il s'agit dans les deux cas de mobiliser plus systématiquement pour l'agriculture les processus écologiques ("de la Nature") de manière accroître la production tout en réduisant l'usage des intrants chimiques et des énergies fossiles. Les systèmes de lutte biologique et de lutte raisonnée contre les bio-agresseurs des cultures ont ouvert ces voies il y a plusieurs décennies. Mais aujourd'hui elles concernent toutes les composantes des agro-écosystèmes (Chevassus-au-Louis et Griffon, 2008 ; Doré *et al.*, 2011). Dans les années 1980, les mouvements sociaux de contestation de l'agriculture industrielle ont milité en faveur de l'agroécologie, rassemblant sous cette terminologie à la fois une discipline scientifique, un mouvement social et un mode de production (Wezel *et al.*, 2009). Cette communication vise à confronter les principes et objectifs de l'Agroécologie et de l'IE définis par leurs promoteurs, aux fonctionnements et stratégies actuels des exploitations agricoles d'Afrique de l'Ouest³ et plus particulièrement des zones de savane cotonnière. Dans une première partie on explicitera les évolutions historiques des systèmes de production dans cette région. On précisera ensuite les évolutions des politiques agricoles suite aux émeutes de la faim de 2008. On tentera ensuite d'expliquer pourquoi les pratiques paysannes "agroécologiques" anciennes ou celles proposées par la recherche-développement plus récemment, restent marginales dans les exploitations. Enfin, dans une dernière partie on abordera les conditions nécessaires à une intensification écologique de la production agricole en Afrique de l'Ouest.

1. Évolutions historiques des systèmes de production et des systèmes agraires en zone de savane

1.1 Développement de la culture attelée et des cultures de vente (coton, maïs) : la 1^{ère} révolution agricole des zones de savane.

Dans les années 1960-90, les politiques de développement agricole en Afrique de l'Ouest visaient l'accroissement de la production pour garantir la sécurité alimentaire des populations et fournir des devises aux États (exportation du coton, de l'arachide, du sésame...). La modernisation de l'agriculture a été fondée durant cette période sur les principes de la révolution verte (Bazlul, 1986) : utilisation des variétés améliorées, fertilisation minérale, protection chimique des cultures, travail du sol et culture pure. Dans les zones de savane comprises entre les isohyètes 800 et 1200 mm, le coton fut le pilier du développement économique aux cotés des cultures vivrières (maïs, sorgho, arachide, niébé, cultures fruitières et maraichères) et l'élevage. L'élevage des ruminants s'est progressivement développé par l'adoption massive de la culture

¹ La production animale en systèmes intensifs ou semi-intensifs des pays du Nord et des pays émergents implique de grandes quantités de grains donc une consommation indirecte importante d'intrants, de terre et éventuellement d'eau d'irrigation, ces ressources pouvant être plus orientées pour les productions alimentaires d'origine végétale dont le coût énergétique et en ressources naturelles est moindre. Il convient aussi de privilégier les systèmes d'élevage qui sont plus efficaces dans la conversion alimentaire et dans la valorisation des ressources produites par unité de surface (monogastrique, certaines espèces et races de ruminants, etc.). Mais la diminution de la consommation de produits animaux ne peut pas être envisagée dans les PVD car les besoins en protéines et calcium, surtout chez les enfants, ne sont pas assurés.

² L'urbanisation concerne tous les pays, pour des raisons économiques les terres proches des villes les plus planes, parfois irrigables et souvent à fort potentiel productif sont bâtis avant les terres en pente.

³ Dans cette communication on considère que l'Afrique de l'Ouest comprend aussi les 3 pays à l'Est du Nigéria : le Cameroun, la RCA, le Tchad, 3 pays producteurs de coton.

attelée bovine par les agriculteurs puis par la constitution de noyaux d'élevage rendue possible par les revenus issus des cultures de vente (coton et vivriers). Le passage à la culture attelée marqué par une mécanisation d'une grande partie des opérations agricoles e.g. préparation du sol, sarclage, buttage, plus rarement sarclage et semis, a constitué la première "révolution technique"⁴ de l'agriculture de ces régions (Vall et al., 2004 ; Lhoste et al., 2010). Cette trajectoire d'évolution des systèmes de production en zone cotonnière est commune à presque tous les bassins de production (Pigé, 2000 ; Jamin *et al.*, 2007 ; Dufumier et Bainville, 2006). Le passage à la culture attelée a amplifié la stratégie d'accroissement de la surface cultivée par actif agricole au détriment d'une option d'intensification de la terre et d'accroissement des rendements (Dugué et Dounias, 1997). Cette "extensification" par ha des systèmes de production reposait sur la disponibilité en terres défrichables jusqu'à la fin du XX^{ème} siècle, par des innovations comme la culture attelée puis les herbicides et par la migration des agriculteurs des zones anciennement cultivées et surpeuplées vers des fronts pionniers cotonniers encouragés et équipés par l'État et/ou les sociétés cotonnières (pistes rurales, forages, magasins). Ces évolutions agraires et socio-économiques spécifiques des zones cotonnières et qualifiées de *success story*, ont eu des effets d'entraînement sur deux autres filières : le maïs⁵ et l'élevage bovin. Ainsi l'intensité du défrichement dans ces nouvelles zones de production a permis de réduire la pression des parasites des bovins (mouches vectrices des trypanosomiasés) (De La Roque *et al.*, 2001) favorisant la constitution de troupeaux dans les exploitations agricoles mais aussi l'émigration puis la sédentarisation d'éleveurs peuls (Augusseau *et al.*, 2004 ; Dugué *et al.*, 2004, Kossoumna et al., 2010 ; Dongmo et al., 2012) . La production de tourteau de coton a favorisé l'entretien des animaux de trait et des vaches gestantes et allaitantes.

Cette *success story* ne doit pas occulter les effets non attendus du développement de la production cotonnière. La filière coton a été un levier important du développement local et plus particulièrement pour équiper les exploitations et les villages, former les producteurs, mais elle a aussi créée un phénomène de dépendance des agriculteurs vis-à-vis du crédit et du modèle technique de production proposés par les sociétés cotonnières qui a probablement limité les initiatives locales, la diversification des productions et la biodiversité dans les agroécosystèmes (cf. infra).

Premièrement les producteurs se sont "reposés" sur les services fournis par les sociétés cotonnières (crédit de campagne et approvisionnement en intrants gagés sur la vente du coton) même si progressivement les OP⁶ ont fortement contribué à les faire fonctionner. Mais ces OP cotonnières ont très rarement réussi à diversifier leurs domaines d'action comme dans le secteur de commercialisation groupée et l'approvisionnement en intrants pour les céréales. Globalement elles sont restées très dépendantes des sociétés cotonnières dans leur gouvernance et leur fonctionnement.

Deuxièmement, les agriculteurs s'appuyant sur les recommandations de la vulgarisation, ont eu tendance à "standardiser" les itinéraires techniques et à simplifier les assolements en favorisant la rotation coton/maïs. Les associations traditionnelles des cultures céréales-légumineuses ou céréales-céréales ont fortement régressé car elles sont difficilement compatibles avec les entretiens mécanisés des cultures en traction animale ou plus récemment, avec l'usage d'herbicides sélectifs. Globalement la place accordée aux légumineuses a régressé⁷ et ceci malgré les tentatives de vulgarisation des légumineuses fourragères et du soja. Le labour a été considéré comme un passage obligé, au moins pour le cotonnier et le maïs, et a été largement pratiqué dans certains bassins de production (Sud Mali, Ouest Burkina Faso). Rarement combinée à un apport de fumure organique, cette technique accélère la minéralisation de la Matière Organique du Sol (MOS) et l'apport de fertilisants chimiques seul, acidifie à long terme les sols Bertrand et Gigou, 2000). Par

⁴ L'intérêt pour la culture attelée demeure aujourd'hui et cette pratique se maintient dans des régions où les agriculteurs n'ont plus accès au crédit et aux services agricoles (sinon très peu) depuis plusieurs décennies (Haute Guinée, Centre et Nord de la RCA, ...).

⁵ Le maïs a remplacé les céréales traditionnelles comme le sorgho et le mil dans l'assolement à base de coton, il répond bien aux techniques d'intensification proposées pour le coton (engrais, labour, herbicide) et a fait l'objet d'un important investissement dans la sélection variétale (variétés "population" dans notre zone d'étude)

⁶ Organisation Professionnelle agricole ou Organisation Paysanne, selon les pays elles peuvent adopter un statut d'association ou de coopérative

⁷ Sauf dans quelques régions au Nord du Cameroun et au Sud du Tchad où se sont développés des bassins arachidières durant les crises cotonnières récentes. Au Cameroun la Société cotonnière (SODECOTON) a réussi à partir de 2006, à développer la culture du soja en milieu paysan pour alimenter ses huileries

ailleurs les travaux mécanisés du sol et d'entretien des cultures a eu un impact négatif sur la reconstitution des parcs arborés en détruisant une bonne partie des jeunes plants . Ces parcs arborés constituent un des éléments de maintien de la fertilité du sol en zone de savane et de diversification de la production fourragère et alimentaire (graine de néré, noix de karité, gousse de *Faidherbia albida*).

Dans ces conditions les systèmes de production ont eu du mal à faire face aux deux crises majeures qu'ils ont rencontrées :

- **la crise de la filière coton** (1996 puis-2000/01et de 2006 à2009)⁸ du fait de la baisse du prix du coton et de l'augmentation du prix des intrants, de l'engrais NPK et de l'urée plus particulièrement en 2008 ;
- **la dégradation des sols cultivés** et plus globalement des agroécosystèmes lorsque les possibilités de défrichage et/ou de mise en jachère se sont réduites. De ce fait les producteurs ont eu du mal à maintenir leur niveau de rendement ce qui a contribué aussi à réduire leurs marges brutes des principales cultures. De plus, les possibilités de migration au sein ou en périphérie des bassins de production cotonniers se sont réduites du fait de la poursuite de l'accroissement de la population rurale

1.2 Le développement agricole replacé dans un contexte économique global.

L'Afrique subsaharienne reste caractérisée par des secteurs industriels et tertiaires peu développés fournissant peu d'emplois stables et par la prépondérance du secteur informel. L'agriculture restera la principale voie d'insertion des jeunes ruraux dans la vie active pendant au moins les prochaines décennies (Losch et al., 2012). L'exode rural existe surtout dans les zones marginales sahéliennes vers les villes et aussi vers les zones rurales à fort potentiel de production, les zones irriguées et les zones cotonnières les mieux dotées en ressources (pluviométrie supérieure à 1000 mm/an et terres encore disponibles). Ces flux migratoires entre zones rurales ont renforcé la demande en ressources (terres, eau, bois, biomasse fourragère) et enclenché les processus de leur dégradation. Par ailleurs, les structures de production en zone de savane se sont atomisées : à la disparition du chef d'exploitation les terres et les équipements doivent être partagés en autant de lots que de fils restant au village.

Faute d'emplois en ville, l'agriculture en zone cotonnière demeure une activité qui peut faire vivre une famille. Mais cette atomisation rend difficile les investissements qui seraient nécessaire pour l'accroissement de la productivité du travail et de la terre et pour la durabilité des systèmes de production. Seules quelques régions comme au Sud du Mali et au Sud-Ouest du Burkina Faso (en pays Sénoufo et Bwaba) ont gardé de grandes exploitations familiales parfois de plus de 20 ou 30 ha dont certaines sont équipées d'un tracteur. La motorisation, dont plusieurs États africains ont souhaité le développement ces dernières années, est de moins en moins rentable dans ces conditions (la surface par exploitation tend à diminuer du fait du morcellement des structures) et surtout suite à l'augmentation du prix du carburant. Il faudrait a minima revoir les bases technico-économiques⁹ et organisationnelles de cette innovation en développant des programmes de recherche sur la motorisation.

Ces évolutions conduisent à un essoufflement du modèle de développement agricole et économique basé sur des systèmes semi-intensifs "coton, céréales et élevage". Certains auteurs ont montré dans le cas du Mali que les familles rurales de la zone cotonnière ne se distinguaient plus par un revenu et une qualité de vie meilleure comparés à ceux des zones non cotonnières (Delarue *et al.*, 2009, Dury et Bocoumb, 2012), ce qu'ils ont qualifié de paradoxe de Sikasso.

⁸ Depuis deux ans on ne peut plus parler de crise cotonnière avec l'accroissement notable du prix d'achat du coton-graine aux producteurs et dans certains pays, la subvention aux engrais.

⁹ Le modèle standard de la motorisation en Afrique de l'Ouest comprend un tracteur 65 CV, une charrue à disque, et parfois une remorque et un outil de sarclage. Le modèle alternatif proposé par les sociétés cotonnières dans les années 1980 basé sur le tracteur Bouyer a vite montré ses limites. Le travail du sol à disques, technique généralement utilisée, contribue au tassement des sols et à la multiplication des adventices, apparaît plus néfaste que la pratique la plus courante, le labour attelé. Mais la motorisation n'est pas à rejeter en bloc lorsque l'on voit la progression du motoculteur à Madagascar pour le transport des biens et des personnes et la préparation des sols de rizière (Rakotoarimanana *et al.*, 2009).

1.3 Une controverse : la disponibilité en terres cultivables

Les nombreux travaux menés en zone de savane montrent que le premier facteur¹⁰ d'évolution des systèmes de production demeure la disponibilité en terre cultivable et donc les ratios [Surface disponible/actif] et [Surface cultivée/actif]. La réduction de la disponibilité en terre amène les agriculteurs à adopter des pratiques d'intensification (valorisation plus poussée des déjections animales, fertilisation minérale de plus en plus fréquente, mise en culture des bas-fonds toute l'année) au moins dans les exploitations disposant de la trésorerie suffisante ou d'un accès au crédit et de bovins en nombre conséquent. Cette intensification est loin d'être généralisée et va donc dépendre du contexte local (qualité et disponibilité en terres) et du type d'exploitation (disponibilité en capital, en main d'œuvre et en bétail). Pour comprendre l'émergence de ces pratiques et l'abandon de pratiques traditionnelles comprenant entre autres la jachère, il convient de bien apprécier la pression sur le foncier agricole c'est-à-dire l'importance spatiale des réserves en terres agricoles et pastorales par actif, leur qualité, leur disponibilité, leurs différents usages.

L'Afrique subsaharienne comporterait environ 340 millions d'ha cultivables en zone de savane (du Sud du Sénégal au Mozambique) et seulement 10 % à 25 % de cette surface seraient cultivés (Bruinsma, 2009 ; Banque Mondiale et FAO, 2011). Les auteurs de ces études considèrent que l'extension des surfaces cultivées (sous certaines conditions) serait un moyen de développer l'agriculture de ces pays et de « réveiller un géant assoupi » ("*Awakening Africa's Sleeping Giant*"). Les promoteurs des agrocarburants tiennent le même discours (Dabat, 2011). Sur la base des mêmes évaluations, Vergez (2011) considère qu'une extension raisonnée des surfaces agricoles et le développement de systèmes de production à faible niveau d'utilisation d'intrants pourraient être une voie « écologique » (*wildfriendly*) de développement de l'agriculture. Toutefois, il souligne l'intérêt d'une intensification qui permettrait une économie de terre (*land sparing*) et donc le maintien ou la possibilité d'étendre les aires protégées nécessaires à la préservation de la biodiversité. Ces divers travaux montrent l'imprécision des évaluations des disponibilités en terre et la concentration de ces réserves en terre dans quelques pays (surtout dans la partie Est du continent). Les terres non cultivées (l'année de l'observation) sont toutefois utilisées par l'élevage et pour la cueillette ou la chasse. Elles comprennent aussi des jachères de durée variable et dans ce cas, leur superficie devrait alors être considérée dans la surface des systèmes de culture (Touzard et Ferraton, 2009).

La répartition de ces réserves en terre est très inégale au niveau de l'ensemble de la zone de savane africaine – rareté en Afrique de l'Ouest comme au Nigéria, Bénin et Burkina Faso, et abondance au Mozambique et au Soudan. Pour les zones de production cotonnière d'Afrique de l'Ouest les réserves en bonnes terres ont quasiment disparues sauf au Centre-Nord de la Côte d'Ivoire, en RCA et en Guinée¹¹. De plus ces réserves, lorsqu'elles existent, sont généralement constituées des terres les moins fertiles (les plus riches ayant fait l'objet d'une mise en valeur en premier), ou susceptibles d'être souvent inondées ou les plus éloignées des axes de circulation et des marchés. Sans nier cette possibilité d'accroissement des surfaces cultivées dans certains pays, il faut être prudent quant à son ampleur et sa facilité de mise en œuvre. D'un point de vue agronomique et environnemental, la disponibilité et la qualité des terres (réserves et friches) ont un effet important sur le choix des techniques, le niveau d'intensification et surtout le recours ou non à la jachère, pratique fort utile dans une agriculture agroécologique.

2. Les évolutions récentes : un regain d'intérêt des décideurs et des producteurs pour la révolution verte

¹⁰ Les autres facteurs étant les politiques agricoles (conseil, subvention, crédit, ...), les infrastructures, la proximité des marchés. Comme Boserup (1966) l'avait montré, il y a un lien entre la densification de la population et la demande des marchés en produits agricoles qui est un des facteurs de dynamisation de l'agriculture régionale et d'émergence d'innovations.

¹¹ 3 pays marqués par des troubles politiques et un faible impact de cette filière En RCA et en Guinée, la production a périéclité (4 300 t de coton graine produit en 2010 dans le premier pays, plus de production commercialisée dans le second). En Côte d'Ivoire les actifs agricoles du Nord et du Centre et les migrants des pays limitrophes se sont focalisés sur la production cacaoyère au Sud du pays en zone forestière, plus rémunératrice. Quelques fronts pionniers cotonniers se sont constitués avant 2002 dans le Centre du pays avec l'arrivée de paysans migrants venus du pays sénoufo ivoirien et dans une moindre mesure du Mali et du Burkina Faso.

2.1 Le point de vue des décideurs

L'augmentation rapide du prix des produits vivriers sur le marché mondial en 2008 (riz, blé) a entraîné des émeutes de la faim dans plusieurs pays d'Afrique subsaharienne. En Afrique de l'Ouest, les besoins en denrées alimentaires des populations ne sont pas satisfaits par la production locale : les importations de céréales (riz + blé) s'élevaient à 8,3 millions de tonnes en 2002, 7,2 millions de t en 2008 et 10,1 millions de tonnes en 2009 (source FAOSTAT). Dans ce contexte d'insécurité alimentaire, les institutions ont réagi rapidement en début 2009 en subventionnant certains produits alimentaires et en développant des programmes d'appui à la production. Cette crise alimentaire était concomitante à un accroissement du prix du pétrole et donc du transport et des engrais (en particulier azotés). Du point de vue des décideurs ouest africains, il semblait plus efficace de revenir au modèle de la révolution verte qui était peu complexe à mettre en œuvre et pouvait accroître rapidement la production agricole dès les campagnes agricoles 2009 et 2010. La plupart des États de l'Afrique de l'Ouest comme le Bénin, le Burkina Faso, le Mali et le Togo ont subventionné les engrais minéraux et développé la production et la distribution de semences améliorées. Ces politiques « de court terme » ont été très bien appréciées par les producteurs même si elles ne résolvaient pas les problèmes de fond exposés ci-dessus et en particulier les processus de dégradation des terres agricoles. L'exemple du Malawi cité en exemple pour sa politique agricole volontariste en subventionnant les engrais depuis 2005 (Douillet, 2001) a fait ensuite l'objet de critiques car elle prenait peu en compte la gestion des ressources naturelles, les savoirs locaux et les questions de nutrition des populations rurales (Patel, 2011).

A la même période, les acteurs "environnementalistes" (ONG, associations) remettaient en question l'usage des intrants pour l'agriculture africaine au regard des impacts négatifs qu'ils ont engendrés en Europe. Cette position (parfois poussée à l'extrême) a été largement critiquée par les États et les organisations de producteurs africains. L'usage des intrants en Afrique subsaharienne, même dans les zones cotonnières où ils sont largement utilisés, est sans commune mesure avec ce que l'on observe en Europe. Dans les zones cotonnières de Dédougou (Burkina Faso) et Koutiala (Mali) l'apport¹² d'engrais minéraux, toutes formes confondues, est estimé à 47 kg/ha cultivé pour le système de production à base de coton, maïs, sorgho et cultures secondaires (Dugué, 2009), cet apport moyen est inférieur à 20 kg/ha en absence de coton dans l'assolement. Alors qu'il est en moyenne de 300 kg/ha en France et 108 kg/ha en Espagne (300 kg/ha en France et 108 kg/ha en Espagne). Les quantités de pesticides utilisés en agriculture pluviale en Afrique de l'Ouest sont aussi très inférieures à celles observées en Europe même si en zone cotonnière l'usage des herbicides se généralise dans certains bassins cotonniers (Cameroun, Burkina Faso). Globalement les impacts¹³ de l'usage de ces intrants sur l'environnement sont mal connus et peu documentés car les analyses à réaliser pour cela sont coûteuses et les structures locales ne disposent pas toujours des équipements nécessaires. Par ailleurs on connaît mal les effets des produits phytosanitaires de mauvaise qualité (contrefaçons) ou mal utilisés. Dans tous les cas les niveaux de pollution de l'agriculture « productiviste »¹⁴ des savanes ouest-africaines ne sont pas du tout de la même envergure qu'en Europe. De ce fait beaucoup d'acteurs de cette région revendiquent le droit de promouvoir et de subventionner l'usage de ces intrants (NEPAD, 2012).

Les responsables des OP partagent¹⁵ le point de vue des techniciens et des décideurs politiques quelles que soient les filières dans lesquelles elles inscrivent leur action : coton en premier lieu mais aussi céréales, soja, productions légumières, tubercules comme la pomme de terre. Des services d'approvisionnement en intrants

¹² Cette dose moyenne est calculée en prenant en compte les surfaces en sorgho, mil, sésame et légumineuses, cultures qui ne reçoivent pas de fumure minérale mais pas les éventuelles jachères

¹³ Sauf pour ce qui concerne (i) l'impact des insecticides coton sur l'apparition de résistances des insectes nuisibles aux insecticides comme les pyréthrénoïdes (Brévault et al., 2008), (ii) les systèmes de culture fortement intensifiés comme le maraîchage périurbain affectés par diverses sources de pollution (eaux usées, fumure sous forme de déchets mal triés) et (iii) l'usage d'engrais minéraux à forte dose chaque année en culture pluviale qui acidifient les sols (mis en évidence dans des expérimentations de longue durée) (Bertrand et Gigou, 2000).

¹⁴ On utilise les termes de modèle "productiviste" ou "semi-intensifié" pour les systèmes à base de coton-maïs utilisant des intrants et des équipements à la différence des systèmes sans coton et sans intrant très largement pratiqués en dehors des bassins cotonniers

¹⁵ Sauf quelques associations d'agriculteurs qui défendent une agriculture agroécologique faisant la promotion des alternatives à l'emploi d'intrants comme les engrais minéraux. Elles sont situées le plus souvent au Nord de la zone cotonnière et œuvre dans le secteur du maraîchage où il est tout à fait possible de cultiver uniquement avec des fertilisants organiques car les surfaces par unité de production sont réduites

(engrais principalement, plus rarement semences améliorées) ont été mis en place par ces OP en relation avec le secteur bancaire ou les instituts de micro-finance. Ils constituent avec les services de commercialisation des céréales en liens avec la gestion du crédit, les activités structurantes des OP (Dugué et Girard, 2010). Cette orientation des OP s'explique en premier lieu par une forte attente de leurs membres en termes d'approvisionnement en engrais minéral à bon prix, à crédit et en temps opportun. Par ailleurs, les OP peuvent asseoir leur autonomie financière¹⁶ en développant ces services matériels qui, s'ils sont bien gérés, peuvent dégager des ressources financières pour assurer leurs frais de fonctionnement.

2.2 Pourquoi les agriculteurs des zones de savane sont ils attachés aux modèles productivistes ?

Après plusieurs décennies de promotion par les structures d'appui de l'intensification de la production par les intrants et la mécanisation, les agriculteurs de cette région n'envisagent pas aujourd'hui de revenir à des systèmes sans intrants et sans traction animale. Trois facteurs explicatifs sont avancés pour comprendre ces choix techniques et cette stratégie de production :

- **la fertilisation minérale reste efficace et rentable** dans ces régions où les risques de sécheresse en cours de cycle sont plus faibles qu'en zone sahélienne. Certes la dégradation des sols et du complexe argilo-humique entraîne une perte d'efficacité des engrais mais dans des proportions qui restent encore acceptables ;
- L'usage de l'engrais minéral peut facilement **concerner de grandes surfaces**, plusieurs hectares par exploitation, si les services d'approvisionnement et le crédit sont fonctionnels, ce qui pas possible avec la fumure organique dont les disponibilités sont réduites et ne peuvent pas croître rapidement ;
- **la culture continue et l'abandon de la jachère** devenant la règle dans la majorité des exploitations, l'usage de **l'engrais minéral** mais aussi des **herbicides** est devenu incontournable pour les agriculteurs. Le recours aux herbicides a été facilité ces dix dernières années par leurs coûts abordables¹⁷ au moins pour les matières actives tombées dans le domaine public (glyphosate, 2-4 D, atrazine, etc.) ;
- à assolements équivalents (grandes cultures, coton, céréales, légumineuses) ce modèle de production est **moins coûteux en** travail manuel et globalement en temps de travail que des modèles plus "agroécologiques" impliquant la production et l'utilisation de matières organiques, des cultures associées, etc. (cf infra).

Pour être plus complet il serait nécessaire de distinguer des degrés d'intensification différents selon le type d'exploitation. Concernant l'Ouest du Burkina Faso on a pu montrer que les grandes exploitations (> 15 ha, bien équipées en traction animale ou avec le tracteur) sont plus attachées à ce modèle « productiviste » que les exploitations plus petites pour lesquelles l'intégration agriculture élevage et le recyclage des matières organiques tient une place plus conséquente que pour le premier type (Vall *et al.*, 2012)

Cette orientation bien ancrée depuis au moins deux décennies dans la majorité des exploitations des zones étudiées, ne signifie pas une absence **d'évolution de pratiques ou de choix stratégiques**. Cela a pu se traduire selon les cas, par une réduction voire même par un abandon du coton, une limitation des surfaces en maïs, céréale exigeante en fertilisant, au profit du sorgho et aussi une diversification des cultures : cultures rémunérant mieux la terre et/ou le travail comme le sésame au Burkina Faso, le soja au Cameroun, l'arachide au Tchad. Le renchérissement des engrais minéraux a amené les agriculteurs à accorder plus d'intérêt à la production et à l'utilisation de fumures organiques bien que son impact en termes de surface concernée sur l'entretien de la fertilité du sol et pour la fertilisation des cultures à l'échelle des exploitations reste encore très limité (Vall *et al.*, 2012). L'intensification de l'élevage intégré aux exploitations reste limitée : les agro-éleveurs maintiennent leurs achats d'aliments du bétail malgré la hausse de leur prix et l'adoption des cultures fourragères est très rarement observée malgré les nombreuses opérations de vulgarisation. Toutefois le stockage des résidus de cultures fourragères progresse comme cela fut le cas il y a 2 ou 3 décennies dans la zone sahélienne. Cette intensification de l'élevage aurait permis d'accroître le temps de stabulation des bovins

¹⁶ Autonomie vis-à-vis de l'aide extérieure, les OP dans cette région ne sont pas subventionnées par les États ni par des mécanismes parafiscaux.

¹⁷ Mais avec une prolifération sur les marchés des produits de mauvaise qualité, des contre façons préjudiciables pour les agriculteurs et l'environnement

via un affouragement plus conséquent et donc une production de fumure animale plus abondante et de meilleure qualité. Mais elle se heurte à une demande en produits animaux limités et la faiblesse des prix de ces produits ne permettant pas de rentabiliser cette intensification (Djamen, 2008). Globalement ces évolutions correspondent à une série d'adaptations ponctuelles aux évolutions du contexte économiques, i.e variation des prix des intrants et des produits agricoles, mais pas à une rupture avec le modèle de production "semi-intensifié" prôné depuis les années 1970-80.

2.3 Des technologies mises en débat

Avant d'aborder les verrous à l'intensification écologique dans cette région d'Afrique, il convient de rappeler deux innovations importantes qui actuellement concernent peu de producteurs mais sont très souvent inscrites dans les politiques publiques comme choix stratégiques pour le futur: les OGM et la mécanisation basée sur le tracteur (déjà évoquée). Les travaux sur l'adoption et les impacts de ces innovations sont peu nombreux et leurs résultats renvoient à des controverses de différentes natures. On se limitera ici à rappeler les questions que l'adoption et la diffusion des OGM posent sans rentrer dans ces controverses faute de résultats personnels.

La culture d'OGM en zones de savane ouest-africaine¹⁸ se limite actuellement à la culture du coton à grande échelle (Burkina Faso) ou à titre expérimental (Mali, Cameroun). Il s'agit de cotonniers génétiquement modifiés – CGM Bt - dont le gène Bt entraîne la production d'une toxine dans l'appareil végétatif qui tue certaines familles d'insectes en particulier un lépidoptère *Helicoverpa armigera*. Les cotonniers génétiquement modifiés du type Roundup Ready® (RR) ou combinant gènes Bt et RR ne sont pas diffusés dans cette région.

Les premiers constats montrent qu'en début de période d'introduction des CGM, le gène Bt entraîne une augmentation (ou un maintien) du rendement, une réduction du nombre de traitements insecticides (2 au lieu de 6 en moyenne au Burkina Faso et parfois même aucun traitement¹⁹) (Vitale *et al.*, 2011). Mais l'agriculteur adoptant doit acheter la semence CGM dont le coût est nettement plus élevé que la semence conventionnelle. L'augmentation de marge nette due à la culture de CGM est effective s'il y a gain de rendement car globalement la réduction du coût en insecticide correspond à l'augmentation du coût en semence (sans compter les besoins pour les re-semis en cas de mauvaises levées). Par ailleurs, il convient d'évaluer l'impact des CGM dans la durée car des phénomènes de résistances de certains insectes à la toxine Bt apparaissent ainsi que des modifications de biocénose²⁰ (Hofs *et al.*, 2006) ce qui entraîne soit une baisse de rendement soit une augmentation du nombre de traitements et dans tous les cas le besoin de nouvelles variétés Bt ce qui maintiendra le prix des semences GM au moins au prix actuel. L'apparition de résistances à la toxine Bt peut être retardée par le maintien dans les territoires de production de parcelles "refuges" en coton conventionnel mais l'insertion de ces parcelles dans les territoires implique une bonne coordination²¹ entre agriculteurs et un gros travail de formation.

Toutefois ces études d'impact prennent rarement en compte l'évolution du travail de l'agriculteur pour le contrôle des insectes : réduction du temps de travail avec le passage de 6 à 2 traitements par cycle, réduction de l'exposition des paysans et de leur famille aux insecticides. Ce point peut permettre de comprendre l'adhésion des producteurs burkinabè à cette innovation. Les cotonniers OGMBt sont parfois présentés par leurs promoteurs comme une innovation agroécologique du fait du moindre recours aux insecticides. Selon ces mêmes promoteurs le gène Bt n'a d'impact que sur un type de ravageurs donné alors que l'épandage répété d'insecticides dans le champ touche forcément d'autres insectes donc affecte la biodiversité. Mais l'Agroécologie, considérée comme une façon de produire mais aussi d'exercer le métier d'agriculteur en interaction avec les composantes biophysiques et humaines des socio-agroécosystèmes (Altieri, 1986), promeut le renforcement de l'autonomie des paysans et de leurs communautés. Dans ce sens le recours aux

¹⁸ Pour l'agriculture familiale non motorisée et à faible capacité d'investissement, il existe d'autres expériences à grande échelle en Afrique du Sud, en Inde et en Chine.

¹⁹ Il s'agit dans ce cas d'un choix du producteur et non pas de la recommandation en vigueur qui stipule l'intérêt de procéder à deux traitements en début de floraison.

²⁰ Des pullulations d'insectes qui étaient considérés avant l'introduction des CGM comme des nuisibles secondaires du cotonnier peuvent survenir du fait que les populations d'insectes sensibles au Bt ont été dans un premier temps très diminuées.

²¹ Signalons que les recherches se poursuivent pour évaluer l'efficacité des combinaisons des deux types de coton en vue de limiter le développement de résistance.

OGM apporte une distanciation avec ce principe de base en rendant l'agriculteur dépendant des firmes produisant les semences OGM qui sont aussi celles qui produisent les intrants associés à ces nouvelles variétés comme dans le cas du glyphosate et des OGM RR®. Mais cette dépendance aux entreprises semencières n'est pas spécifique du cas des OGM, on la retrouve pour toutes les semences brevetées et plus particulièrement les hybrides.

Au-delà des avantages comparatifs des diverses voies de création variétale (sélection massale, croisement et variété population, hybrides et Ogm) il convient de s'interroger sur l'importance accordée à ce domaine d'activité qui a été largement pourvu en financement et probablement "surreprésenté" dans les structure de recherches jusqu'à la fin du XX^{siècle} (Dufumier, 2012). Cette mobilisation de ressources s'est faite au détriment d'approches intégrées hiérarchisant les contraintes à lever en priorité et combinant les leviers d'action (la fertilité des agroécosystèmes en zone de savane, la mobilisation des ressources en eau en zone sahélienne).

3. Des savoirs locaux et des innovations agro-écologiques peu valorisés

Les orientations prises par l'agriculture des zones cotonnières mettent en évidence une situation de *lock-in* ou de dépendance à un modèle de production et d'organisation de filières bien rodé. Mais ce constat ne doit pas occulter le fait :

- que les agriculteurs de ces régions sont tout à fait conscients des processus de dégradation des ressources naturelles²² en cours. Ils disposent pour cela d'un ensemble d'indicateurs dont la pertinence a été prouvée (M'biandoun et Olina, 2007). Toutefois, vu leur niveau de formation ils ne disposent pas de l'ensemble des connaissances leur permettant de comprendre les mécanismes biophysiques s'y rattachant ;
- que les paysans ont des capacités d'adaptation et d'innovation souvent sous estimées par les agents chargés de l'appui à l'agriculture et les chercheurs (Dugué *et al.*, 2006)
- qu'un ensemble de savoirs locaux sur la gestion de ces ressources et plus globalement sur la production agricole, se transmet de génération en génération par exemple dans le domaine des ressources pastorales et de la conduite de l'élevage bovin (Vall et Diallo, 2009).

Nos travaux de terrain réalisés au Sud du Mali et au Burkina Faso montrent toutefois que la transmission de ces savoirs ne va pas de soi et que ces savoirs locaux évoluent dans le temps. Par exemple, ils se sont enrichis lorsque les agriculteurs diversifient leurs pratiques de production de fumure organique e.g compost au champ, ordures ménagères, fumier de ferme, poudrette ou déjections brutes de ruminants²³. Ils distinguent ainsi différentes qualités de fumure et différentes usages pour les cultures (Blanchard, 2010). Mais inversement ces savoirs locaux ont pu s'appauvrir au fil des ans avec par exemple l'abandon des cultures associées (céréales avec légumineuses à graines) du fait des migrations de paysans et surtout des recommandations de la vulgarisation des années 1980-90 de culture pure et de mécanisation du sarclage dans les interlignes (Cathala, 2003) puis des herbicides²⁴ sélectifs ou totaux avec un épandeur à "cache". Le principe de la culture associée²⁵ présentée aujourd'hui comme une innovation agroécologique par la recherche est en fait une pratique ancienne de gestion des contraintes foncières et des risques climatiques, économiques et parasitaires, issue de l'apprentissage des producteurs durant des décennies (Tableau 1). Cette

²² Sanchez et Leasky (1996) estiment l'ampleur des problèmes de fertilité des sols par des déficits cumulés en nutriments par hectare de l'ordre 700 kg pour l'azote, 100 kg pour le phosphore et 450 kg de potasse pour plus de 100 millions d'hectares en Afrique subsaharienne pendant les trois dernières décennies du fait de la faiblesse des restitutions minérales aux sols. Selon Ken *et al.* (1996), le phosphore est actuellement un facteur limitant dans plusieurs types de sols sableux et acides fortement représentés en Afrique de l'ouest

²³ Les agriculteurs savent bien que la teneur en semences d'adventices des poudrettes de bovins évolue en fonction des saisons, c'est-à-dire du type de fourrage consommée

²⁴ 30 jours après sa levée le maïs tolère facilement un épandage d'atrazine mais pas le niébé qui pourrait être associé à cette céréale, un apport de glyphosate en plein cycle cultural est possible dans l'interligne avec un pulvérisateur à cache protégeant les cultures sur la ligne maïs cela rend impossible l'association avec un niébé rampant

²⁵ Les sociétés cotonnières ont promu la culture pure de coton alors que les paysans souhaitent y insérer du niébé au moins dans les poquets de cotonnier non levés au lieu d'y faire un ressemis. Le niébé profite alors de l'insecticide du coton mais il y a un risque d'intoxication possible, si les feuilles de niébé sont consommées avant l'arrêt de la protection du cotonnier

pratique s'est maintenue là où les agriculteurs n'ont pas pu ou voulu adopter ce modèle "productiviste" ou "semi-intensifié" comme dans les régions sahéliennes à pluviosité aléatoire et les zones de montagnes marquées par le manque de terres (les Mont Mandara au Cameroun, par exemple). Toutefois, le débat ne doit pas porter sur une technique considérée par les scientifiques comme "bonne" en soit pour le sol et la biodiversité mais sur le fait de savoir si l'innovation proposée permet aux agriculteurs d'atteindre leurs objectifs. Par ailleurs, l'approche de la durabilité des systèmes de culture par les bilans minéraux simplifiés montre l'intérêt d'insérer des légumineuses fixatrices d'azote dans ces systèmes mais cela peut se faire autant par les cultures associées que par des rotations de cultures pures bien raisonnées. Mais quelle que soit l'option retenue l'insertion d'une légumineuse dans les systèmes de culture dépend d'abord des possibilités d'écoulement sur le marché et de la marge obtenue par unité de surface ou pas journée de travail.

L'autre exemple de savoir local et de savoir-faire qui se transmet difficilement est relatif au parc arboré à *Faidherbia albida*. Cet arbre emblématique des zones sahéliennes où l'élevage a toujours été associé à l'agriculture²⁶ est aussi présent en zone de savane à climat soudanien avec des sous espèces spécifique (Peltier, 1996). Au Burkina Faso comme au Cameroun, les migrants qui constituent une bonne partie de la population rurale des zones cotonnières sont venus de régions où les parcs arborés étaient anciens et constitutifs des systèmes agraires (à base de *Faidherbia albida* et plus localement de *Prosopis africana*). Malgré une forte intégration agriculture élevage au niveau des territoires villageois en zone cotonnière et la présence de *Faidherbia* isolés ou de peuplements concentrés aux abords des habitations, la constitution de parcs arborés sur de grandes surfaces ne semble pas s'être enclenchée dans cette région. Plus globalement l'intérêt des agriculteurs pour cette association du *Faidherbia* aux cultures annuelles reste limité. Les jeunes producteurs sont soit plus intéressés par les "innovations d'aujourd'hui" dont les effets se mesurent à l'échelle de la campagne agricole (herbicide, engrais minéraux, labour) soit ils n'ont pas acquis les savoirs et savoir-faire relatifs à cette association de cultures particulière. Mais la mise en œuvre de cette innovation paysanne "ancienne" dépasse le problème de la transmission d'un savoir et d'un savoir-faire entre générations. La constitution d'un parc arboré implique aussi des conditions pédologiques spécifiques (sols profonds nécessaires à l'enracinement du *Faidherbia*) et un minimum de règles de gestion collective des arbres aux différents stades de leur développement (protection minimale des jeunes pousses, respect des jeunes arbres par les bergers, émondage raisonnée ensuite). Cette innovation agroécologique souvent mise en avant par les experts, implique un investissement dans la durée et paraît donc plus complexe à mettre en place que l'utilisation d'intrants ou de semences améliorées. Cet exemple illustre une fois de plus le fait que la décision d'innover peut dépendre autant du gain obtenu par l'adoption de l'innovation que de la nécessité d'innover pour faire face à une contrainte effective (Boserup, 1966; Barbier *et al.*, 2003) et de la maîtrise du savoir faire nécessaire pour réussir le processus d'innovation. Les parcs arborés, au-delà des questions d'agropédologie, apparaissent²⁷ lorsque les services qu'ils apportent ont pris de la valeur du fait de la dégradation de la fertilité du sol et des ressources fourragères.

4. Les verrous à l'adoption d'innovations agro-écologiques

Dans les régions où l'accroissement des surfaces cultivées n'est guère envisageable, l'augmentation de la productivité de la terre – le rendement des cultures - sera le levier principal pour garantir un haut niveau de sécurité et de souveraineté alimentaires, objectif affiché par les États ouest-africains. Vu les limites du modèle "productiviste" dont le renchérissement du prix des intrants, il semble raisonnable d'orienter les agriculteurs comme les politiques publiques vers une intensification écologique de la production agricole. Cette voie de développement durable de l'agriculture correspond à l'objectif de fonder des systèmes de production innovants, productifs et durables sur les nouvelles bases scientifiques de l'agroécologie, en gérant

²⁶ Les parcs à *Faidherbia albida* apparaissent lorsqu'il y a passage à la culture continue, réduction ou absence de feu de résidus de culture et d'adventices en saison sèche et surtout, lorsque les ruminants apportent des semences de cet arbre après passage dans leur appareil digestif. Ce traitement in vivo favorise la germination des semences. L'anthropisation des écosystèmes est nécessaire à l'installation de cet arbre et favorise la formation des parcs à *Faidherbia* dans la mesure où les pratiques agricoles n'éradiquent pas les jeunes pousses.

²⁷ Inversement, les réglementations forestières, les pratiques des services forestiers plus répressives que centrées sur l'accompagnement des ruraux, et une faible sensibilisation des producteurs à la pratique de la régénération assistée sont des contraintes importantes au développement de l'agroforesterie et à la constitution des parcs arborés.

les agroécosystèmes et en valorisant leurs services écologiques, d'une manière interactive avec les contraintes socio-économiques évolutives des exploitations agricoles (Griffon, 2009)²⁸.

Mais cette voie de développement de la production agricole qui pourrait être intégrée à l'Agroécologie au sens d'Altieri (Altieri 1986 et 2002) ("Démarche de développement rural rendant plus autonomes les producteurs") ou d'Horlings et Marsden (2011). ("L'agroécologie ayant pour objectif le développement de systèmes d'alimentation durable") ne se décrète pas et nécessitera des années de mise au point, de formation, d'appui de la part des politiques publiques. Nous décrivons dans cette dernière partie les principales contraintes ou verrous pour la mise en œuvre de l'Intensification Écologique. Ce constat émane de l'expérience de divers collectifs de recherche dont font partie les auteurs de cette communication travaillant sur les systèmes de production, la gestion des ressources naturelles et le développement durable de l'agriculture. Il s'agit d'une approche empirique des contraintes à l'IE développée dans le cadre de projets de recherche-action et d'expertises pour des projets de développement (Vall et al., 2012 b). Cette confrontation "au terrain" nous a permis de préciser la nature de ces contraintes, leurs origines et le jeu des acteurs associé.

4.1 Dépendance des agriculteurs ("*lock-in*") et visions non partagées du développement de la production agricole

La filière cotonnière, par les services qu'elle apporte, incite les agriculteurs à maintenir une part de leur assolement en coton et à suivre les recommandations de ses conseillers. Dans certains cas, l'agriculteur n'a pas le choix d'une technique, il doit obligatoirement suivre la voie dictée par la filière : c'est le cas des programmes de lutte contre les insectes ou lorsque la filière opte pour le passage total au CGM. En étudiant la production de blé dur en France et les liens entre sa fertilisation azotée et sa commercialisation, Fares et collaborateurs (2012) ont montré "que la structure organisationnelle d'une filière peut constituer un verrou, dans la mesure où des configurations organisationnelles faiblement intégrées peuvent freiner la mise en place d'investissements nécessaires pour assurer la transition agro-écologique". Afin d'assurer l'approvisionnement en coton-graine de leurs usines, les filières cotonnières d'Afrique francophone ont d'abord misé sur une intensification basée sur les intrants chimiques importés. Cette option a aussi été appliquée aux céréales en rotation avec le coton (maïs et sorgho). Pour conserver et fidéliser²⁹ le plus grand nombre de producteurs de coton possible, les sociétés cotonnières ont essayé dans la mesure de leurs ressources financières de fournir à crédit les intrants pour les céréales qui étaient souvent considérées comme prioritaires par les agriculteurs.

Les sociétés cotonnières ont parallèlement fait la promotion d'innovations agroécologiques pour la conduite de rotation céréale/coton : fumures organiques en quantité et de qualité, aménagements antiérosifs et plus récemment semis direct sous couvert végétal ou SCV comme par exemple, la Sodecoton au Cameroun. Mais cette promotion s'est faite avec des moyens limités ou dans le cadre de projets temporaires et plus ou moins bien intégrés dans ces structures permanentes. Quelques rares OP ont engagé une réflexion et des actions sur la gestion intégrée de la fertilité du sol mais elles ne dépassent guère la sensibilisation et la formation aux pratiques agroécologiques.

Cette situation de "lock-in" peut aussi s'expliquer par les choix des agriculteurs. Une grande majorité d'entre eux considèrent que l'engrais minéral résout leur problème de faible fertilité des terres et qu'il n'y a pas lieu d'innover dans ce domaine dans la mesure où la solution a été trouvée, Ils peuvent considérer que trouver une autre solution (peut être plus durable) sera trop difficile, long et coûteux (Arthur, 1994). Mais ce constat ne signifie pas que ces sociétés rurales soient "traditionalistes" ou sans volonté de changement car de nombreux

²⁸ L'intensification écologique intègre 4 éléments ou objectifs à atteindre : (i) l'accroissement de la production agricole en cultures pluviales et en cultures irriguées afin de faire face aux besoins des consommateurs et de fournir un revenu décent aux producteurs (ii) l'amélioration de la qualité sanitaire et gustative des aliments, (iii) la production de services écologiques et (iv) la nécessaire adaptation de l'agriculture au changement climatique.

²⁹ Les OP qui ont développé des dispositifs de commercialisation groupée couplés au warrantage pourraient suivre cette voie en fournissant à crédit les engrais minéraux pour fidéliser leurs membres et assurer le remboursement du crédit intrant.

travaux ont montré leurs capacités d'innovation lorsque de nouvelles pratiques devenaient nécessaires ou que de nouvelles opportunités émergeaient : au Nord Cameroun on a pu montrer cela par un usage très diversifié de la traction animale (Dugué *et al.*, 2006), par la diversification des systèmes en y insérant l'oignon et d'autres cultures (Cathala *et al.*, 2003),... Si les agriculteurs sont attachés à ce modèle de production "semi-intensifié" alors qu'ils ont bien conscience de la dégradation des terres en cours, c'est que ce modèle constitue aujourd'hui pour eux la meilleure alternative en termes d'immédiateté d'impact sur les performances technico-économiques et de rémunération de leur travail. Toutefois de nombreux travaux ont montré qu'à moyen terme ce modèle de production n'est pas durable du point de vue de la fertilité du sol même dans les zones où l'usage des engrais minéraux est généralisé (Van der Pol et Traoré, 1993).

Parallèlement, les chercheurs se sont engagés dans la conception de systèmes de culture innovants et durables, soit en visant le maintien des capacités de production des agro-écosystèmes soit en cherchant à les améliorer (concept d'aggradation) (Tittonnell *et al.*, 2012). Ainsi pour les systèmes de cultures annuelles, l'Agriculture de Conservation (AC)³⁰ est considérée par bon nombre d'agronomes comme le système technique durable le plus performant aujourd'hui (Giller *et al.*, 2009). Les difficultés de son adoption par les exploitations paysannes illustrent bien l'écart entre d'une part, le raisonnement de la conception des innovations des chercheurs qui dans cet exemple, se sont focalisés sur l'état de fertilité du sol, sa biodiversité et la durabilité des systèmes et d'autre part, celui des agriculteurs qui en termes de choix techniques et d'évolution de leur exploitation privilégient les effets et résultats technico-économiques à court terme : autosuffisance alimentaire, revenu assurant le bien être de la famille réduction de la pénibilité du travail.

4.2. Une sous-évaluation des contraintes internes à l'exploitation agricole

Les agriculteurs n'ont pas une opinion toujours négative des innovations mais pour qu'ils y adhèrent à, il faut qu'elles soient soit "techniquement possibles, qu'ils en aient le savoir-faire, qu'ils y soient incités et y trouvent un intérêt, qu'ils disposent des moyens nécessaires" à leur mobilisation (Benoit-Cattin, 1991). De ce fait l'évaluation des innovations qu'on leur propose doit comprendre, en plus de l'analyse coût/bénéfice classique, quatre autres éléments :

- **le coût de l'investissement initial et de celui répété chaque année.** Par exemple sur Nord et à l'Est du Burkina Faso, la mise en œuvre de l'Agriculture de Conservation est considérée par les paysans comme « coûteuse », aussi ils utilisent que certains éléments de l'AC que lorsqu'ils n'ont plus possibilité d'accéder à des terres fertiles ;
- **La prise en compte des risques** que les agriculteurs prennent en adoptant une nouvelle technologie, risques techniques (de pullulation non prévue d'un déprédateur) et économiques (non rentabilité de l'investissement en cas de sécheresse, de retard de livraison d'un intrant) ;
- **La temporalité du retour sur investissement.** Pour les agriculteurs l'investissement consenti pour l'adoption d'une innovation doit être rentabilisé sur un cycle cultural ou le plus vite possible. Cette position pose problème pour toutes innovations d'aggradation de la fertilité des sols qui nécessitent plusieurs cycles annuels pour être rentabilisées (Giller *et al.*, 2009). Cette position des agriculteurs s'explique par le fait qu'ils disposent rarement d'une épargne ou d'un accès au crédit de moyen terme ou de subvention à l'investissement ;
- **Les besoins en travail et sa pénibilité :** l'appréciation des temps de travaux mobilisés par une innovation n'est pas toujours prise en compte dans son évaluation par les agronomes. L'accroissement du temps de travail est rarement accepté par les chefs d'exploitation³¹ sauf si le bénéfice engendré est élevé. De plus les agriculteurs sont sensibles à la pénibilité du travail, et le coût en main d'œuvre sera plus élevé si le travail est rebutant et fastidieux. Par ailleurs une question d'équité entre les actifs familiaux peut se poser si les bénéfices générés par le travail supplémentaire investis dans une innovation ne vont pas aux actifs qui ont fournis les efforts supplémentaires (les femmes et les jeunes)

³⁰ Le terme d'Agriculture de Conservation ou *Conservation Agriculture* tel qu'employé par la FAO (<http://www.fao.org/ag/ca/fr/index.html>) est synonyme du terme SCV (les systèmes avec semis sous couvert végétal) utilisé dans la communauté francophone (site SCV du Cirad <http://agroecologie.cirad.fr>). On rencontre moins fréquemment le terme de DMC pour Direct seeding Mulch-based Cropping systems

³¹ Soit qu'elle nécessite une plus forte mobilisation du travail familiale alors que ces actifs cherchent à développer des activités rémunératrices individuellement (hors gestion du chef d'exploitation), soit qu'elle entraîne une augmentation des charges s'il y a recours à de la main-d'œuvre temporaire.

Nous illustrons ce dernier point en appréciant les modifications du travail engendrées par l'adoption de l'innovation "production de fumure organique" avec fosse compostière ou fosse fumière dans un système de production coton-céréales-élevage (Tableau 2). L'investissement en travail est conséquent la première année du fait de la construction de la fosse au champ (compost) ou à la concession près des enclos d'élevage (fumier) mais il reste conséquent en année de routine du fait du transport des résidus de culture et de la fumure produite (entre 67 et 78 HJ par ha recevant la fumure) alors qu'il faut 2 HJ/ha pour transporter et épandre l'engrais minéral. D'un point de vue économique et en estimant le prix de la journée de travail à 500 FCFA, la production/utilisation de la fumure organique permet en année de routine d'obtenir un gain monétaire de 19 500 à 34000 FCFA par ha en considérant que le fumier ou le compost sont utilisés en complément de l'engrais minéral et procurent en moyenne un surplus de rendement en maïs de 780 kg/ha. La première année l'opération fumure organique ne dégage pas de bénéfice du fait de l'investissement en travail de construction des fosses (Blanchard et al., 2012).

4.3 L'absence de politiques publiques pour l'IE et de marchés incitatifs

L'Intensification écologique nécessite comme tout changement un investissement des agriculteurs pour l'acquisition des connaissances et un processus d'apprentissage de nouveaux savoir-faire. Les programmes de formation et d'appui-conseil dans ce domaine en Afrique subsaharienne sont encore expérimentaux³² et sectoriels ou le fait de quelques ONG environnementalistes dont l'action touche un nombre limité de familles rurales. L'expérimentation de ces démarches qui relèvent de l'Agroécologie a été le plus souvent pilotée par des structures de recherche ou des projets de R-D en partenariat avec des structures permanentes comme les OP, les services publics, plus rarement des sociétés cotonnières. Mais ces structures n'ont pas pu intégrer dans la durée ces démarches dans leurs programmes de formation/vulgarisation parce qu'elles n'en avaient pas les moyens ou n'ont pas voulu par manque d'intérêt pour ces démarches qu'elles jugent souvent trop complexes. De plus ces structures fonctionnent très souvent sur la base de financements extérieurs très ciblés, et que pour l'instant très peu de bailleurs intervenant en Afrique de l'Ouest³³ fournissent des efforts conséquents et dans la durée pour la promotion à grande échelle de l'IE.

Inversement, les États ou les filières ont mobilisé des ressources pour subventionner des intrants importés, en particulier les engrais minéraux. Ce choix peut pleinement se justifier en période de crise alimentaire et surtout de forte augmentation du prix de cet intrant comme en 2008 (figure 1), mais cela aurait plus de sens si des moyens avaient été aussi mobilisés pour aboutir entre autres, à une utilisation accrue des diverses matières organiques disponibles. Ce couplage "minéral" et "organique" constitue la base d'une agriculture durable (Sédogo, 1993) mais sa mise en œuvre est complexe et coûteuse. Même lorsque ce couplage a été promu, les structures de recherche et de développement se sont surtout focalisées sur les aspects techniques (production de fumures organiques de qualité, plantes de couverture et SCV, jachère avec plantes amélioratrices de la fertilité, régénération de parcs arborés). Elles ont peu traité des innovations organisationnelles et économiques permettant de faciliter la mise en œuvre à grande échelle de ces techniques comme la subvention du matériel (transport, manutention), la définition de nouvelles règles de gestion des résidus de culture (limitation de la vaine pâture) ou encore la réduction du prix de l'engrais sur une quantité calculée en fonction de la quantité de fumure produite en plus de la production habituelle. Cette dernière proposition a été discutée avec les agriculteurs de l'UGCPA/BM³⁴ dans le nord du bassin cotonnier au Burkina Faso (région de Dédougou). Mais sa mise en œuvre se heurte à une grande atomisation de la production comme partout en Afrique de l'Ouest et donc aux coûts élevés de contrôle et de gestion de la subvention aux équipements et de la prime bonus malus sur la vente des engrais (Dugué et Girard, 2010 et 2011). Par contre pour l'approvisionnement en engrais minéral, plusieurs États d'Afrique australe et de l'Est³⁵

³² A titre d'exemple on peut citer, les Champs Écoles pour la formation à la protection intégrée des cultures (FAO), l'Approche de gestion intégrée de la fertilité du sol (IFDC), Apprentissage de la gestion intégrée de la culture de riz de bas-fonds ou APRAGIR (AFRICARICE)

³³ Sur ce point, il y a un grand contraste avec l'Afrique de l'Est et australe où ces techniques sont promues à grande échelle de plus d'une décennie maintenant

³⁴ Union des Groupements pour la Commercialisation des Produits Agricoles de la Boucle du Mouhoun

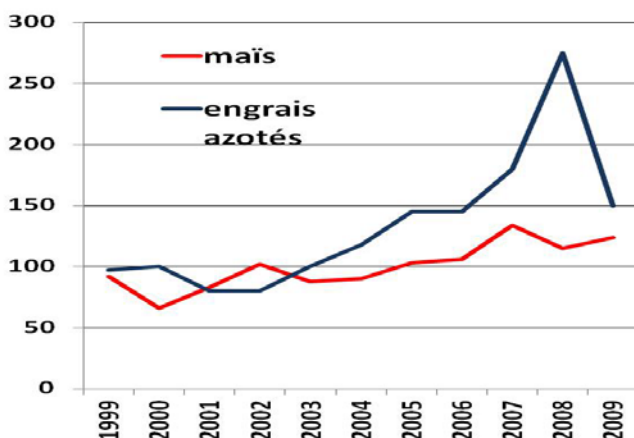
³⁵ V Kelly et collaborateurs (2011) distinguent des pays comme le Malawi ayant vulgarisé le système de coupons ou de bons "subvention engrais" qui a eu un réel impact sur la production et d'autres, comme la Zambie qui ont subventionné l'engrais sans

ont développé à grande échelle une innovation économique – le système de coupons distribués aux agriculteurs – qui a suscité l'engouement des agriculteurs (Douillet, 2011 ; Kelly *et al.*, 2011). Cette innovation permet d'accroître l'usage des engrais dans les petites exploitations par un ciblage de la subvention et de relancer les activités du secteur privé (banques, agro-fournisseurs, petits commerçants, transporteurs). Mais ces programmes d'appui à l'usage des engrais minéraux n'intègrent pas les pratiques de fumures organiques et leur coût grève notablement les finances publiques par exemple au Malawi et en Zambie. Au-delà de leur coût, ces programmes présentent d'autres limites :

- cette subvention est fortement appréciée des agriculteurs et des décideurs politiques (en partie pour des raisons électorales) mais elle pourrait avoir un impact négatif sur la fertilité des sols car elle n'encourage pas les agriculteurs d'investir dans l'entretien du statut organique du sol ;
- bien que son action peut être rapide et conséquente (plus de grains et de paille) et n'implique pas un gros investissement en travail l'effet de l'engrais peut être limité voire nul en cas de sécheresse en cours de cycle cultural ;
- enfin, les agro-fournisseurs peuvent fournir des conseils aux agriculteurs qui seront très orientés et amèneront les producteurs à être de plus en plus dépendants de cet intrant (phénomène de *lock-in*) avec les risques possibles d'acidification des sols et même de toxicité aluminiques pour les cultures les plus sensibles (Bertrand et Gigou, 2000).

Figure 1 : Évolution des prix moyens annuels entre 1999 et 2009 du maïs au producteur - Burkina Faso base 100 en 2004 – 2006 et du prix mondial de l'engrais azoté base 100 en 2000

Source FAO, 2011



L'agriculteur ouest-africain qui voudrait s'engager dans un processus d'Intensification Ecologique et en particulier dans l'entretien du "capital sol"³⁶ ne bénéficiera d'aucune subvention, et rarement d'appuis spécifiques, comme par exemple, pour réguler le droit de vaine pâture, coordonner des travaux d'aménagement des terres... Il faut toutefois reconnaître qu'il existe encore peu de références technico-économiques sur l'IE et la gamme des technologies proposées. Les décideurs ont besoin de ces références afin d'engager des fonds pour soutenir la promotion / l'application de ces techniques. Par ailleurs, la mise en œuvre de certaines pratiques agro-écologiques remet en cause certains acquis/habitudes, soulèvent des questions plus ou moins sensibles (vaine pâture et place des éleveurs dans la société, tenure foncière) que les décideurs rechignent à aborder soit par calcul politicien ou tout simplement parce qu'ils ne sont pas convaincus que les effets des réformes engagées seront à la hauteur des bouleversements/tensions qu'elles pourraient créer.

modifier les circuits de distribution et d'attribution des engrais subventionnés, dans ce cas l'agriculture familiale a été moins concernée et l'impact de la subvention sur la production est plus mitigée.

³⁶L'entretien de la fertilité des sols n'est pas à considérer seulement comme un investissement privé ou une pratique de l'agriculteur dans la mesure où le capital sol est aussi compris comme un bien public dont dépendra le développement économique futur de l'ensemble de la population d'une région ou d'un pays

En Europe les évolutions récentes de l'agriculture vers plus d'Agroécologie sont le fruit de différents processus : (i) une modification des normes et règlements relatifs à la production (ii) des programmes de subventions "vertes" ou mesures agro-environnementales et enfin (iii) l'émergence de demandes sociétales pour une réduction des pollutions agricoles et une production alimentaire de meilleure qualité sanitaire. Des marchés se sont mis en place intégrant des signes de qualité avec ou sans système de certification (Agriculture biologique, divers cahiers des charges). En Afrique subsaharienne l'action publique et les attentes des consommateurs sont tout autres : il s'agit d'abord de mettre sur le marché des produits en quantité suffisante et de façon régulière et au moindre prix, ce critère prend généralement le pas sur celui de la qualité sanitaire³⁷. Dans cette région seuls les produits d'exportation peuvent bénéficier de marchés de niche comme ceux de l'agriculture biologique. Dans les zones de savane d'Afrique de l'Ouest la part de la production qui bénéficie de ce type de marché est négligeable : environ 0,1% de la production³⁸ de coton au Bénin, au Mali et au Burkina Faso est certifié bio et n'a pas dépassé 3 000 t pour l'ensemble de ces 3 pays. Là aussi, l'atomisation de la production bio accroît le coût de la certification et de la commercialisation ce qui rend ces producteurs moins compétitifs que ceux des pays émergents (Turquie, Inde pour le cas du coton bio). Seule l'émergence d'une demande locale de produits de qualité, à l'instar de la filière "légumes propres" au Vietnam (Moustier *et al.*, 2010) pourrait amener les producteurs à produire selon des cahiers des charges nationaux et de façon plus "agro-écologique" mais cela demandera un accroissement du pouvoir d'achat d'une partie des consommateurs, une sensibilisation des ces derniers et des moyens de contrôle renforcés pour les pouvoirs publics.

4.4 Une vision encore trop segmentée de l'Intensification Écologique : pour une prise en compte du concept d'Agroécologie

L'IE est souvent abordée par ses promoteurs par les processus biophysiques qu'elle mobilise et ses bénéfices socio-économiques étant relayés au second plan. Ceci peut s'expliquer par la priorisation de l'objectif à moyen et long terme de produire plus avec moins d'intrants, de préserver les écosystèmes et de limiter les changements. L'absence de mesures incitatives et de dispositifs conséquents pour accompagner l'IE dans les exploitations explique la faible adhésion des agriculteurs de la zone des savanes cotonnières à cette "nouvelle façon" de produire, de gérer les ressources naturelles et peut être aussi, de commercialiser les produits. Mais au-delà de ces contraintes la transition agroécologique pour être effective, a besoin d'un cadre conceptuel et de dispositifs d'appui renouvelés³⁹.

Les travaux récents menés sur l'adoption des techniques d'Agriculture de Conservation au Nord du Cameroun mettent en exergue ce besoin (Dugué *et al.*, 2012 ; Belchi, 2012 ; Djouldé et Olina, 2012). Dans ce domaine, l'intervention des agronomes s'est focalisée sur la conception puis la diffusion des systèmes de cultures SCV comprenant principalement le coton⁴⁰, les céréales (sorgho ou maïs) et des plantes de couverture en raisonnant à l'échelle de la parcelle. L'expérience du projet ESA II dans quelques terroirs villageois pilotes de cette région l'a progressivement amené à en prendre en considération les différentes activités des exploitations adoptantes, en particulier l'élevage ainsi que les différents types de producteurs (agriculteurs, éleveurs et agro-éleveurs) ainsi que les gestionnaires du foncier (autorités coutumières de différents niveaux). Cette approche plus holistique a amené le Projet à travailler pour l'accroissement de la production de biomasse fourragère dans certaines parties des terroirs afin de compenser le manque à gagner pour le bétail lié à l'interdiction de la vaine pâture sur d'autres parties dédiées aux SCV.

³⁷ Surtout en termes de résidus possibles de pesticides, par contre les consommateurs africains sont sensibles à la qualité organoleptique des produits et de leur stockage

³⁸ la part du bio est plus importante pour les exportations de sésame, de noix de cajou, beurre de karité et d'oseille de guinée (bissap) en Europe et au Japon mais ces marchés bio représentent encore une faible part de l'économie agricole ouest-africaines

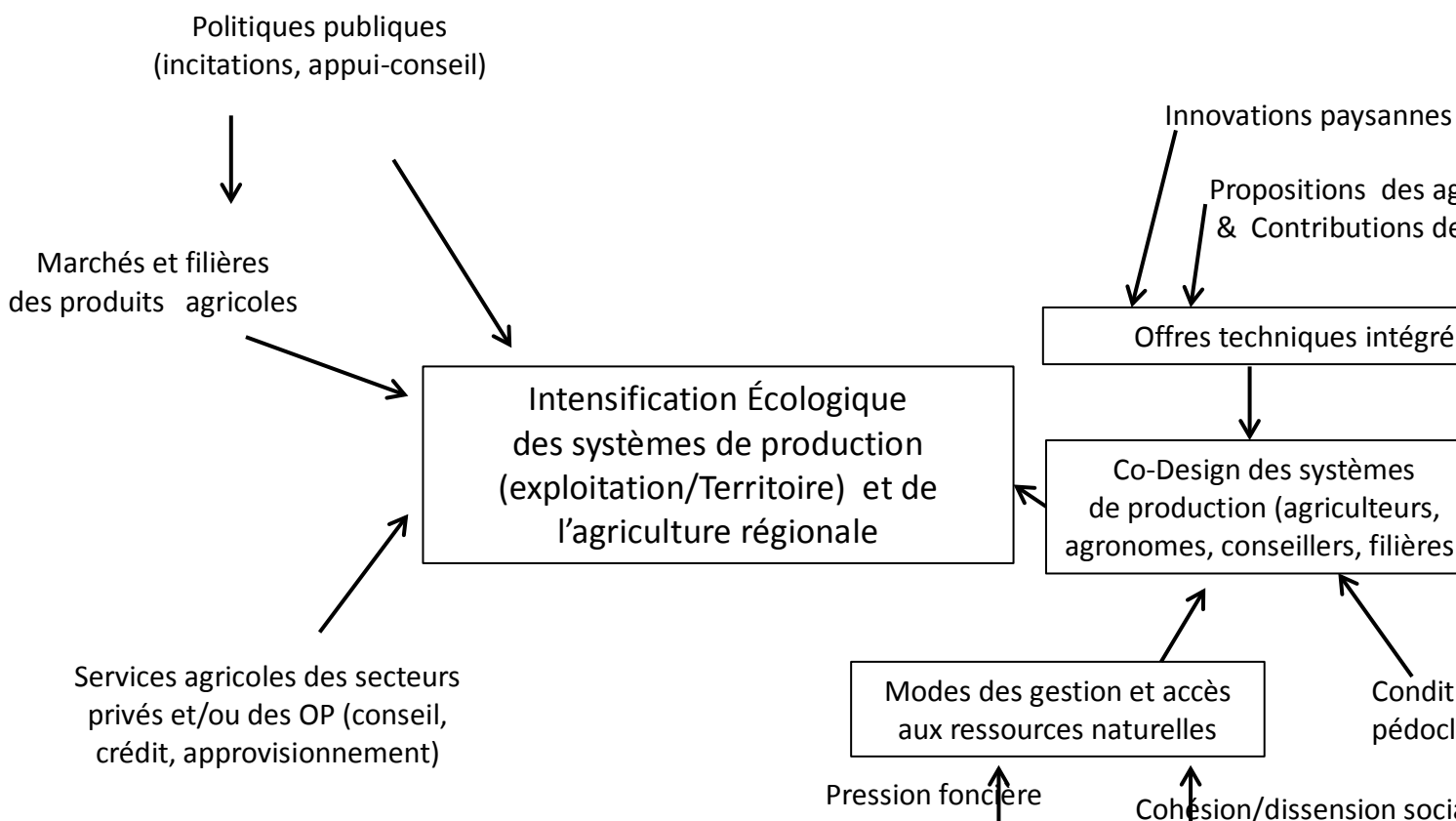
³⁹ Dans la plupart des pays de la zone d'étude les productions végétales, les productions animales et les questions environnementales et de foresterie relèvent de 3 ministères différents. De plus les OP ont tendance à se spécialiser par filière au détriment d'une approche "exploitation" et territorial et cela est même devenu une obligation au Burkina Faso. Même au sein des structures de recherche les approches systèmes (de production, de culture, d'élevage, agraires) sont moins dotés en moyens que les programmes filières.

⁴⁰ Le projet de vulgarisation des SCV bénéficie d'une subvention de l'AFD et d'un investissement en personnel de la Sodécoton, de ce fait seuls les producteurs de coton peuvent bénéficier de l'appui de ce projet. Ceci limite les actions collectives nécessaires à l'adoption de cette innovation au niveau de territoires comportant une diversité de producteurs ruraux

Ce cadre conceptuel doit aussi tenir compte du temps long. Pour certains promoteurs de l'Agroécologie (au sensu largo) l'usage des engrais minéraux n'est pas recommandé. Cela peut avoir du sens en Europe où les sols sont bien pourvus en phosphore, où la fumure animale est en surabondance dans certaines régions mais cela serait un non sens aujourd'hui pour les systèmes de grandes cultures en zone de savane ouest-africaine. L'usage des engrais minéraux constitue un levier indispensable pour accroître la production de biomasse des systèmes cultivés surtout lorsque la carence en phosphore est marquée. Cette biomasse riche en carbone si elle est bien gérée via le bétail ou in situ, est à la base de la production d'humus (Autfray et al., 2012) et dans une certaine mesure de la fourniture de nutriments (l'azote aérien fixée par les légumineuses, le soufre, ...). Il convient donc de ne pas opposer ces deux formes de fertilisation – minérale, organique – mais d'améliorer les synergies entre elles et de réduire les pertes de nutriments et de C d'une part et la production de GES d'autre part, dans les cycles biogéochimiques. En fonction de la nature et des quantités de biomasse recyclées, des cultures pratiquées dont les arbres des parcs arborés, le type de fertilisation minérale devra être réévalué dans le temps.

Ce cadre conceptuel nécessaire à la conception de systèmes agricoles basés sur la notion d'IE comprend plusieurs composantes correspondant aux différentes échelles d'action, des pratiques des agriculteurs jusqu'aux politiques publiques (figure 2). L'objectif d'accroître la production à l'unité de surface dans les décennies futures avec moins d'intrants et une forte mobilisation de processus écologiques demeure central. Mais notre vision de l'Intensification Écologique doit dépasser celle des processus biophysiques mobilisés ou en action. Un rapprochement entre le concept d'Agroécologie au sens d'Altieri et de celui de l'Intensification écologique est donc souhaitable.

Figure 2 : Vision systémique de l'Intensification écologique



Conclusion

Cette communication visait à confronter les principes et objectifs de l'Intensification Écologique (Griffon, 2009) et les stratégies et pratiques actuelles des exploitations agricoles des zones de savane cotonnière d'Afrique de l'Ouest. Cette réflexion amorcée ici est importante pour définir avec les acteurs des systèmes alimentaires un modèle d'agriculture plus durable donc moins couteux en énergie. Sans cette confrontation à poursuivre de façon participative, le modèle productiviste supporté actuellement par les gouvernements et les organisations de développement rencontrera toujours un écho favorable auprès des agriculteurs mais ne résoudra pas les problèmes de fonds auxquels ils sont (ou seront) confrontés. Le modèle productiviste de la zone de savane cotonnière a montré ses limites par les diverses externalités négatives produites, à la fois environnementales, sociales et économiques.

Pour cette situation deux voies de d'IE pour les systèmes de demain pourraient émerger de façons complémentaires à l'échelle des territoires et des régions, l'une basées sur un investissement en travail accru, une recherche d'autonomie vis-à-vis de l'extérieur sauf pour la commercialisation de produits de qualité, à faible niveau d'intrants et à riche diversité agrobiologique⁴¹, l'autre s'appuyant sur une utilisation raisonnée des intrants, un meilleur équipement des exploitations, une plus grande précision dans la conduite technique et des processus agroécologiques permettant de produire d'importantes quantités d'aliments de base à moindre coût. L'extension de ces modèles nécessitera un investissement décidé par les organisations de producteurs, les communautés rurales et la Société dans son ensemble ainsi que des politiques de développement définissant clairement le processus d'innovation choisi, étape pas étape, ou en rupture (Meynard *et al.*, 2012).

Mais pour atteindre cet objectif en Afrique subsaharienne, il convient de rapprocher deux visions de la production et de la gestion des agroécosystèmes, celle des chercheurs (agronomes et écologues, ...) d'une part, et des agriculteurs d'autre part. Cette confrontation renvoie pour les chercheurs au dilemme suivant : les agriculteurs doivent ils faire évoluer leur exploitation, leurs modes de gestion (des unités de production, des OP, des territoires...) afin d'y insérer les systèmes plus "agroécologiques" considérés par les chercheurs comme les plus performants ? Ou, au contraire, les chercheurs ne devraient-ils pas concevoir les innovations qui répondent d'abord aux questions que se posent les agriculteurs (produire plus d'aliments, de fourrages, de produits animaux, les agriculteurs intègrent rarement dans leurs raisonnements les services environnementaux⁴² ? Mais dans ce cas il y a un risque, de considérer le sol comme un simple support de la production et de minimiser la question de la gestion/l'amélioration de sa fertilité d'autant que les effets de cette gestion ne sont souvent perceptibles qu'à moyen voire long terme.

Les modèles d'agriculture basés sur l'IE et l'Agroécologie restent donc à inventer collectivement en particulier du point de vue institutionnel et politique. Plus particulièrement leurs performances technico-économiques et environnementales seront à évaluer avec précisions pour juger de leur acceptabilité par les agriculteurs et les consommateurs. La transition agroécologique devra aussi intégrer des questions non abordées dans ce texte comme celle de l'impact de l'IE versus Agroécologie (produire mais aussi commercialiser différemment) sur la nutrition en particulier des enfants et celle de la gouvernance des territoires et des filières.

Références bibliographiques

- Altieri M.A., 2002. Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments, *Agr. Ecosyst. Environ.* 93, 1–24.
- Altieri M.A., 1986. *L'Agroécologie : Bases scientifiques d'une agriculture alternative*. Ville, Pays, Edition Debarb, 237 p
- Arthur W, 1994. *Increasing returns and path dependence in the economy*. Ann Arbor (Michigan): University of Michigan Press

⁴¹ Possible par l'association étroite des 3 grandes composantes de base de la production agricole i.e. arbres, cultures annuelles et élevage, ainsi que les paysages (haie, talus, ...)

⁴² Surtout que ces services ne sont pas rémunérés par des mesures agroenvironnementales, les PSE font l'objet d'expérimentation dans quelques situations en Afrique de l'est et sont soutenus par l'aide internationale.

- Augusseau X., Cheylan J.P., Liehoun-Botoni E. 2004. Dynamiques territoriales de l'agropastoralisme en zone de migration : niveaux d'organisation et interactions. *Cahiers Agricultures*, 13 (6) : 488-494
- Aufroy P., Sissoko F., Falconnier G., Ba A., Dugué P. 2012. Usages des résidus de récolte et gestion intégrée de la fertilité des sols dans les systèmes de polyculture élevage : étude de cas au Mali-Sud = Crop residue and integrated soil fertility management in mixed crop-livestock systems: A case-study in Southern Mali. *Cahiers agricultures*, 21 (4) : 225-234.[20120919]. <http://dx.doi.org/10.1684/agr.2012.0568>
- Barbier B., Dury S., Weber J. 2003. Simulation des relations populations - ressources naturelles : prototype de modèle pour un terroir du Nord Cameroun = Simulating the impact of population on natural resources. A proposed model for Northern Cameroon savannas. In : Jamin Jean-Yves (ed.), Seiny-Boukar Lamine (ed.), Floret Christian (ed.). *Savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis. Actes du colloque, Garoua, Cameroun, 27-31 mai 2002*. Montpellier : CIRAD, 9 p. Colloque Savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis, 2002-05-27/2002-05-31, Garoua, Cameroun
- BAZLUL K., 1986. The green revolution : an international bibliography, New York ; Londres : Greenwood press.
- BELIERES J.F., BOSCH P.M., FAURE G., FOURNIER S., LOSCH B. 2002. Quel avenir pour les agricultures familiales d'Afrique de l'Ouest dans un contexte libéralisé ? Londres, Royaume Uni, IIED 113, Dossier des zones arides, 40 p.
- Benoit-Cattin, 1991. Les dimensions économique, sociale et institutionnelle de la gestion de la fertilité. In : Piéri C. (ed.). *Savanes d'Afrique, terres fertiles? = [African savannahs, fertile lands ?]*. Paris : Ministère de la coopération, p.75-84. Rencontres internationales savanes d'Afrique, terres fertiles ?, 1990-12-10/1990-12-14, Montpellier, France.
- Bertrand R., Gigou J. 2000. La fertilité des sols tropicaux. Paris : Maisonneuve et Larose, 397 p. (Le Technicien d'agriculture tropicale, 40).
- Brévault T., Achaleke J., Sougnabe S.P., Vaissayre M. 2008. Tracking pyrethroid resistance in the polyphagous bollworm *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in the shifting landscape of a cotton-growing area. *Bulletin of entomological research*, 98 (6) : 565-573.[20090123]. <http://dx.doi.org/10.1017/S0007485308005877>
- Blanchard M., Koutou M., Vall E., Bognini S. 2012 Comment évaluer un processus innovant ? Cas de l'utilisation raisonnée de fumure organique au champ. À paraître dans Rev d'El et de méd Trop. .
- Blanchard M. 2010. Gestion de la fertilité des sols et rôle du troupeau dans les systèmes coton-céréales-élevage au Mali-Sud, savoirs techniques locaux et pratiques d'intégration agriculture élevage = Soil fertility management and herd role in the cotton-cereals-livestock systems in south Mali, technical local knowledge and crop-livestock farming practices. Créteil : UPEC, V-298 p. Thèse de doctorat : Science de l'univers et environnement.
- Cathala M., 2003. Standardisation des pratiques agricoles au Nord-Cameroun ? Le cas des pratiques de sarclage. In : Dugué P., Jouve Ph., (éds.), 2003. Organisation spatiale et gestion des ressources et des territoires ruraux. Actes du colloque international, 25-27 février 2003, Montpellier, France. Umr Sagert, Cnecar.
- Cathala M., Woin N., Esang T., 2003. L'oignon, une production en plein essor au Nord-Cameroun In, Jamin J.Y., Seiny Boukar L., Floret C. (éditeurs scientifiques). *Savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis*. Actes du colloque, mai 2002, Garoua, Cameroun. Prasac, N'Djamena, Tchad - Cirad, Montpellier, France. URL <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00143201/en/>
- CHEVASSUS-AU-LOUIS B., GRIFFON M., 2008. La nouvelle modernité : une agriculture productive à haute valeur écologique. In : *Economie et stratégies agricoles*, Demeter 2008, Club Demeter, Paris, 7-48
- DE SCHUTTER O., 2011. Agro-écologie et droit à l'alimentation. Rapport présenté à la 16ème session du Conseil des droits de l'homme de l'ONU. New-York, Etats-Unis, ONU, 23 p.
- De La Rocque S., Augusseau X., Guillobez S., Michel V., De Wispelaere G., Bauer B., Cuisance D. 2001. The changing distribution of two riverine tsetse flies over 15 years in an increasingly cultivated area of Burkina Faso. *Bulletin of entomological research*, 91 (3) : 157-166.
- Delarue J., Mesple-Soms S., Naudet J-D, Robillard A-S., 2009. Le paradoxe de Siakasso : coton et pauvreté au mali, document de travail DIAL, BT/2009_09, 28 p,
- Dongmo A. L., Djamen P. Vall E., Koussou M.O. Coulibaly D. Lossouarn J., 2012. Du nomadisme à la sédentarisation, l'élevage d'Afrique de l'Ouest et du Centre en quête d'innovation et de durabilité. *Revue d'ethnoécologie n° 1- 2012 - pp. 147-161*.
- Douillet M., 2011. La relance de la production agricole au Malawi : succès et limites. Paris, France, Fondation Farm.

- DORÉ, T., MAKOWSKI, D., MALÉZIEUX, E., MUNIER-JOLAIN, N., TCHAMITCHIAN, M., TITTONELL, P., 2011. Facing up to the paradigm of ecological intensification in agronomy: Revisiting methods, concepts and knowledge. *European Journal of Agronomy* 34, 197-210.
- Dufumier M., Bainville S., 2006. Le développement agricole du Sud Mali face au désengagement de l'Etat. *Afrique contemporaine, Vol 1*, no 217, 121 – 133.
- Dufumier M., 2012. *Famine au Sud, mal bouffe au Nord*. Nil Editions, 196 p.
- Dugué P., Dounias I. 1997. Intensification, choix techniques et stratégies paysannes en zone cotonnière du Cameroun. Le cas des systèmes de culture des zones d'installation des agriculteurs migrants. In : Griffon Michel (ed.). *Succès et limites des révolutions vertes. Actes du séminaire, 6 septembre 1995, Montpellier (France)*. Montpellier : CIRAD, p. 93-106. Séminaire sur les Succès et Limites des Révolutions Vertes, 1995-09-06, Montpellier, France.
- Dugué P., Rodrigue Koné F., Koné G., 2003. Gestion des ressources naturelles et évolution des systèmes de production agricole des savanes de Côte d'Ivoire : conséquences pour l'élaboration des politiques agricoles. *Cahiers Agricultures*, 12 (4) : 267-273.
- Dugué P., Koné F.R., Koné G., Akindès F. 2004. Production agricole et élevage dans le centre du bassin cotonnier de Côte d'Ivoire : développement économique, gestion des ressources naturelles et conflits entre acteurs = Agricultural production and livestock breeding in the centre of the cotton area in Côte d'Ivoire. Economic development, natural resources management and producer's conflicts. *Cahiers Agricultures*, 13 (6) : 504-509.
- Dugué P., Mathieu B., Sibelet N., Seugé C., Vall E., Cathala M., Olina J.P. 2006. Les paysans innovent, que font les agronomes ? Le cas des systèmes de culture en zone cotonnière du Cameroun = Smallholders are innovating, what about agronomists? Case study: cropping systems in a cotton production area in Cameroon. In : Caneill Jacques (ed.). *Agronomes et innovations* : Paris : L'Harmattan, p. 103-122.
- Dugué P., Girard P., Dioma S., Chabot R. 2010. Conception d'une offre de conseil agricole par les organisations paysannes ouest-africaines ? Le cas de L'UGCPA/BM au Burkina Faso. In : *Colloque SFER Conseil en agriculture : acteurs, marchés et mutations, Dijon, 14 et 15 octobre 2010*. s.l. : s.n., 13 p. Colloque SFER Conseil en agriculture : acteurs, marchés et mutations, 2010-10-14/2010-10-15, Dijon, France.
- Dugué P., Girard P., Dioma S., Chabot R. 2011. Accroître durablement la production de céréales : un défi pour l'UGCPA-BM. *Grain de sel* (54-56) : 25-26. http://www.inter-reseaux.org/IMG/pdf/GDS54-56_p25-26_UGCPA.pdf
- Dugué P., Balabaré O., Olina J.P., Kossouma Liba'a N. 2012. ETUDE DE CAS N°8 : Agriculture de conservation, production fourragère et sécurité alimentaire. Le cas de l'introduction de *Brachiaria ruziensis* dans les systèmes de production de la zone des savanes du Cameroun. [S.l.] : [s.n.], [8] p. <http://www.diplomatie.gouv.fr/ft/enjeux-internationaux/securite-alimentaire-mondiale-et/agriculture-et-changement/article/systemes-de-production-durables-en>
- Dugué P., Vayssières J., Chia E., Ouédraogo S., Havard M., Coulibaly D., Nacro H.B., Sissoko F., Sangare M., Vall E. 2012. L'intensification écologique : réflexions pour la mise en pratique de ce concept dans les zones de savane d'Afrique de l'Ouest. *Actes du séminaire Asap, Bobo Dioulasso, Burkina Faso, 15 - 17 novembre 2011*. [S.l.] : [s.n.], 15 p. Séminaire Partenariat, modélisation, expérimentations : quelles leçons pour la conception de l'innovation et l'intensification écologique ?, 2011-11-15/2011-11-17, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso
- Dury S, Bocoum I, 2012. Le « paradoxe » de Sikasso (Mali) : pourquoi « produire plus » ne suffit-il pas pour bien nourrir les enfants des familles d'agriculteurs ? *Cah Agric* 21 : 324-36. doi : 10.1684/agr.2012.0584
- FAO, 2011. Produire plus avec moins : Guide à l'intention des décideurs sur l'intensification durable de l'agriculture paysanne. Rome, Italie, FAO 112p.
- Gliessman S.R. (Ed.) (1990) *Agroecology: researching the ecological basis for sustainable agriculture*, Ecological Studies Series No. 78, Springer, New York.
- GLIESSMAN S.R., 2007. *Agroecology: the ecology of sustainable food systems*. New York, USA, CRC Press, Taylor & Francis, 384 p.
- GILLER, K.E., WITTER, E., CORBEELS, M., TITONEL, P., 2009. Conservation agriculture and smallholder farming in Africa: The heretics' view. *Field Crops Research* 114, 23-34.
- Fares M, Magrini M.B., Triboulet P, 2012. Transition agroécologique, innovation et effets de verrouillage : le rôle de la structure organisationnelle des filières. Le cas de la filière blé dur française. *Cah Agric* 21 : 34-45. doi : 10.1684/agr.2012.0539
- Francis, C., G. Lieblein, S. Gliessman, T.A. Breland, N. Creamer, R. Harwood, L. Salomonsson, J. Helenius, D. Rickerl, R. Salvador, M. Wiendehoeft, S. Simmons, P. Allen, M. Altieri, J. Porter, C. Flora, and R. Poincelot. 2003 "Agroecology: The Ecology of Food Systems". *J. Sustainable Agriculture* 22:99-118

- Griffon, M., 2009. Pour des agricultures écologiquement intensives: des territoires à haute valeur environnementale et de nouvelles politiques agricoles. Côtes d'Armor, France, Éditions de l'Aube et Conseil général, 110 p.
- Hofs J.L., Berti F. 2006. Les cotonniers (*Gossypium hirsutum* L.) génétiquement modifiés, Bt : quel avenir pour la petite agriculture familiale en Afrique francophone ? = Genetically modified cotton (*Gossypium hirsutum* L. Bt): What future for small family farms in French-speaking Africa?. *Biotechnologie, agronomie, société et environnement*, 10 (4) : 335-343. Colloque le Coton dans tous ses états, 2006-05-12, Gembloux, Belgique.
- Jamin J.Y., Havard M., Mbétid-Bessane E., Vall E., Fall A. 2007. Dynamique et évolution des exploitations agricoles. In : Gafsi Mohamed (ed.), Dugué Patrick (ed.), Jamin Jean-Yves (ed.), Brossier Jacques (ed.). *Exploitations agricoles familiales en Afrique de l'Ouest et du Centre : enjeux, caractéristiques et éléments de gestion*. Versailles : Ed. Quae, p. 155-171.
- Kelly V., Crawford E., Ricker-Gilbert J., 2011. The new generation of African fertilizer subsidies : panacea or Pandora's box ? Michigan State University, Policy synthesis for cooperating USAID, 4 p. URL
- Kossoumna Liba'a N., Dugué P., Torquebiau E. 2010. Sédentarisation des éleveurs Mbororo et évolution de leurs pratiques au Nord Cameroun = Change of practices by settling transhumant Mbororo farmers in Northern Cameroon. *Cahiers agricoles*, 19 (1) : 60-67. <http://dx.doi.org/10.1684/agr.2009.0327>
- Labarthe P., 2010. Services immatériels et verrouillage technologique. Le cas du conseil technique aux agriculteurs. *Economies et Sociétés* 44 : 173-96.
- Lamine C., Meynard J.-M., Perrot N., Bellon S., 2009. Analyse des formes de transition vers des agricultures plus écologiques : les cas de l'Agriculture Biologique et de la Protection Intégrée. *Innovations Agronomiques (2009) 4*, 483-493
- Lhoste P., Havard H., Vall E., 2010. La traction animale. Coll. *Agricultures tropicale en Poche*. Editions QUAE, CTA, PAG, 223 p.
- Losch B., Freguin-Gresh S., White E.T., 2012. *Structural Transformation and Rural Change Revisited: Challenges for Late Developing Countries in a Globalizing World*. African Development Forum series. Washington DC: World Bank (<http://www.worldbank.org/afr/ruralstruc>).
- M'Baïndoun M., Oline Bassala J.-P., 2007. Savoir paysan et fertilité des terres au Nord-Cameroun, *Cahiers Agricoles*. Volume 16, Numéro 3, 185-97, DOI : 10.1684/agr.2007.0100
- Meynard J.-M., Dedieu B., Bram Bos A.P., 2012. 3Re-design and co-design of farming systems. An overview of methods and practices. In : *Farming Systems Research into the 21st century: The new dynamic*. Ika Darnhofer, David Gibon, Benoît Dedieu, Editors, 2012, Springer, 407-432
- Moustier P., Phan Thi Giac Tam, Dao Thê Anh, Vu Trong Binh Vu Trong Binh, Nguyen Thi Tan Loc. 2010. The role of farmer organizations in supplying supermarkets with quality food in Vietnam. *Food policy*, 35 (1) : 69-78. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodpol.2009.08.003>
- OECD (2011), *Greening Household Behaviour: The Role of Public Policy*, OECD, Paris. doi: [10.1787/9789264096875-en](https://doi.org/10.1787/9789264096875-en)
- Peltier R., (Ed.), 1996. Les parcs à Faidherbia. *Cahiers Scientifiques* n°12, Cirad Forêt, Montpellier, France, 312 p.
- Pigé J., 2000. Typologie de fonctionnement des exploitations agricoles de la zone cotonnière ouest du Burkina-Faso. *Ciepac-Sofitex-Cirad*.
- Rakotoarimanana, Grandjean P., Penot E., Dabat M.H. 2009. Le boom des motoculteurs au Lac Alaotra à Madagascar. *Grain de sel* (48) : 19-20. [http://www.inter-reseaux.org/IMG/article_PDF/article_a4041.pdf]
- Sédogo M., 1993. Évolution des sols ferrugineux lessivés sous culture : incidence des modes de gestion sur la fertilité. Thèse d'État de l'université nationale de Côte d'Ivoire, Abidjan, 353 p.
- Tittonell P., Scopel E., Andrieu N., Posthumus H., Mapfumo P., Corbeels M., Van Halsema G., Lahmar R., Lugandu S., Rakotoarisoa J., Mtambanengwe F., Pound B., Chikowo R., Naudin K., Triomphe B., Mkomwa S. 2012. Agroecology-based aggradation-conservation agriculture (ABACO): Targeting innovations to combat soil degradation and food insecurity in semi-arid Africa. *Field crops research*, 132 : 168-174. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2011.12.011>
- Touzard I. Ferraton N., 2009 -Comprendre l'agriculture familiale, Diagnostic des systèmes de production Ed Quae, coll. *Agriculture en poche*.
- Vall E., Dongmo Ngoutsop A. L., Ndao T., Ilboudo I., 2004. Evolution des pratiques de traction animale et conséquences sur la durabilité des systèmes de culture. *Revue Elev. vét. Pays trop.*, 2004, 57 (3-4): 145-155.

Vall E., Diallo M.A. 2009. Savoirs techniques locaux et pratiques : la conduite des troupeaux aux pâturages (Ouest du Burkina Faso) = Analysis of practices using local technical knowledge: The case of livestock grazing management in western Burkina Faso. *Natures sciences sociétés*, 17 (2) : 122-135. <http://dx.doi.org/10.1051/nss/2009024>

Vall E., Koutou M., Blanchard M., Coulibaly K., Diallo M.A., Andrieu N. 2012a. Intégration agriculture-élevage et intensification écologique dans les systèmes agrosylvopastoraux de l'Ouest du Burkina Faso, province du Tuy. In : Vall Eric (ed.), Andrieu Nadine (ed.), Chia Eduardo (ed.), Nacro Hassan Bismarck (ed.). *Partenariat, modélisation, expérimentations : quelles leçons pour la conception de l'innovation et l'intensification écologique ? : actes du séminaire Asap, Bobo Dioulasso, Burkina Faso, 15 - 17 novembre 2011*. [S.l.] : [s.n.], 13 p.

Vall E., Andrieu N., Chia E., Nacro H.B. 2012 b. Actes du séminaire ASAP " *Partenariat, modélisation, expérimentations : quelles leçons pour la conception de l'innovation et l'intensification écologique ? Bobo Dioulasso, Burkina Faso, 15 - 17 novembre 2011*. [S.l.] : [s.n.], CDROM.

Van Der Pol, F. et Traoré, B., 1993. "Soil Nutrient depletion by agricultural production in Southern Mali." *Fertilizer Research* 36: 79-90.

Vitale J., Ouattara M., Vognan G., 2011. Enhancing sustainability of cotton production systems in west Africa : a summary of empirical evidence from Burkina faso. *Sustainability*, 2011, 3, 1136-1169 ; doi : 10.3390/su3081136

WEZEL, A., BELLON, S., DORÉ, T., FRANCIS, C., VALLOD, D., DAVID, C., 2009. Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 29, 503-515.

Tableau 1 : Inventaire incomplet de techniques valorisant des processus agroécologiques utilisées par les agriculteurs de la zone de savane cotonnière Ouest et Centre africaine

| Techniques | Description | Processus agroécologiques concernés |
|--|--|--|
| Cultures associées annuelles | 3 types principales : - Céréales légumineuses - Céréales céréales - Coton légumineuse | Optimisation des facteurs de production (eau, rayonnement solaire) |
| Céréales traditionnelles en rotation | Sorgho et mil à forte production de biomasse | Restitutions organiques directes et indirectes (via l'élevage) Limitation de l'enherbement - Sorgho : allélopathie - Mil : pouvoir couvrant |
| Légumineuses en rotation | Arachide, niébé, soja | Effet nettoyant pour les mauvaises herbes (arachide) et reliquats azotés |
| Agroforesterie | Parc à Faidherbia, Karité | Ressources fourragères, avec restitutions organiques et N, plus-value économique avec optimisation du travail |
| Labour en bande, zaï | Travail du sol et fertilisation organique localisés | Limitation des pertes en nutriments |
| Stabulation bovins | Parc de nuit et de jour Parcage tournant | Optimisant du recyclage des nutriments Transformation par les bovins de matériaux de faible qualité à haute qualité nutritive |
| Lutte intégrée des ravageurs sur cotonnier | Lutte sur seuil et étagée ciblée | Tolérer un peuplement de ravageurs de manière à éviter les phénomènes de résistance |
| Culture en billons | Travail du sol selon les courbes de niveau | Meilleure maîtrise du ruissellement et infiltration de l'eau en début de cycle |
| Semis direct dans les résidus | Conservation délibérée de résidus ou absence de force de travail | Amélioration du bilan organique des sols |

Tableau 2 : Comparaison du temps de travail (en Homme-Jour) nécessaire à la production et à l'utilisation de la fumure organique (fumier et compost) par rapport à l'utilisation de la fumure minérale (D'après Blanchard et al., 2012)

| Type de fumure | Fertilisation minérale FM | FO avec fosse à compost au champ | | FO avec fosse à fumier à la concession | |
|--|---|-----------------------------------|---|--|--|
| | | Une fosse permet de fumer 0,26 ha | Pour un ha fumé avec du compost a 2T/ha | Une fosse permet de fumer 0,42 ha | Pour un ha fumé avec du fumier à 2T/ha |
| Opérations | Pour un ha de maïs | | | | |
| Construction fosse en année 1 | | 22 | 84 | 22 | 52 |
| Transport des pailles et fèces | | 4 | 15 | 5 | 12 |
| Production de la fumure (remplissage et retournement sans arrosage) | | 13 | 50 | 14 | 33 |
| Utilisation : transport + épandage | 2 | 2.5 | 9.5 | 7.5 | 18 |
| Temps de désherbage supplémentaire | | 1 | 3.8 | 1.7 | 4 |
| Total Travail année 1 | 2 | | 162 | | 119 |
| Total travail année N | 2 | | 78 | | 67 |
| | | | | | |
| Gain en maïs grain par apport complémentaire de 2T/ha de FO et valeur en FCFA | | | 780 kg/ha 78 000 FCFA | | 780 kg/ha 78 000 CFA |
| Vente des fèces si utilisation exclusive de la FM en FCFA ** | 5000 FCFA si compost 25 714 FCFA si fumier | | | | |
| Bilan pour un ha en FCFA sans prise en compte du travail | | | + 73000 | | + 53000 |
| Bilan pour un ha en FCFA si prise en compte du travail à 500 par HJ en année 1 | | | - 8 000 | | - 6500 |
| Bilan pour un ha en FCFA si prise en compte du travail à 500 par HJ en année N | | | + 34000 | | +19 500 |

***Si l'agriculteur n'utilise que la FM sans valoriser les déjections des ruminants et en faisant l'hypothèse qu'il possède des animaux, on considère qu'il peut vendre la poudrette disponible qu'il serait nécessaire de mobiliser dans les scénarios avec fosse à compost et avec fosse à fumier*