

Centre for International Cooperation (CIS)
vrije Universiteit amsterdam



Comité Permanent Inter- États de Lutte contre la
Sécheresse dans le Sahel



La transformation silencieuse de l'environnement et des systèmes de production au Sahel : Impacts des investissements publics et privés dans la gestion des ressources naturelles



Edwige Botoni
Chris Reij

Mai 2009

TABLE DES MATIERES

LISTE DES SIGLES	3
Liste des photos	4
Liste des figures	4
Liste des tableaux	4
AVANT PROPOS	5
Résumé	7
I. Introduction	8
2. Contexte : la crise environnementale des années 1970 et 1980 et les réponses sahéliennes	9
Une situation de double rupture : écologiques et socio- économiques	9
Les réponses Sahéliennes à la crise environnementale	10
Rôle des interventions et des innovations	10
3. Méthodologies	11
Quelques hypothèses de l'étude	11
La zone de couverture de l'étude : une diversité de situations agro-écologiques et de problématiques de la désertification à travers le Sahel	12
▪ <i>La partie nord du Plateau Central du Burkina Faso</i>	12
▪ <i>Niger : Les régions de Tillabéri, Tahoua, Maradi et Zinder</i>	12
▪ <i>Sénégal : les Niayes, le bassin arachidier et le Sine Saloum</i>	13
▪ <i>Les techniques de GRN étudiés</i>	14
4. Impacts des investissements dans la CES sur les rendements agricoles	19
Des systèmes de production de plus en plus complexes	19
Impacts des CES sur les rendements et la production céréalière	19
<i>Les cas du Niger et du Burkina</i>	19
<i>Des résultats tout aussi réconfortants au Sénégal : une augmentation de la disponibilité en terres cultivables dans le nord du Bassin arachidier du Sénégal</i>	20
Quel est le taux d'adoption de ces techniques CES/DRS?	21
Conclusion partielle sur l'impact des investissements GRN sur la production céréalières	22
La production maraîchères en pleine croissance	23
Conclusion partielle sur l'impact des investissements GRN sur la production maraichères	26
5. « Plus de gens, plus d'arbres » : développement des systèmes agro-forestiers au Sahel	26
Qu'est ce qui a incité les paysans de protéger la régénération naturelle sur leurs champs ?	29
Mali : la RNA sur la plaine du Gondo et les plantations d'Eucalyptus dans la vallée du Yamé	32
Sénégal : la RNA et le développement des plantations d'anacardier dans le bassin arachidier	33
6. Impact des investissements dans la GRN dans le secteur de l'élevage	34
7. Impact des technologies GRN sur l'amélioration de la sécurité alimentaire au Sahel	36
8. Impacts des actions de GRN sur la biodiversité	38
9. Les techniques de collecte des eaux de ruissellement et la recharge de la nappe phréatique	40
10. L'impact des actions de GRN et l'adaptation aux changements climatiques	41
11. La GRN et la réduction de la pauvreté rurale	45
12. GRN et dynamiques institutionnelles et socio-économiques	47
13. Quels impacts sur la situation des femmes?	48
14. Est-il économiquement rentable d'investir dans la GRN ?	50
15. La durabilité des impacts	53
<i>La Régénération Naturelle Assistée</i>	53
<i>Les techniques simples de collecte des eaux de ruissellement</i>	53
<i>Les aménagements collectifs et individuels</i>	54
16. Conclusion générale et recommandations	54
Quelques Conclusions	54
Quelques leçons pour la mise en œuvre de quelques initiatives africaines	56
Quelques recommandations finales	57

LISTE DES SIGLES

CES	Conservation de l'Eau et des Sols
CILSS	Centre Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel
DGIS	Directoraat Generaal Internationale Samenwerking
DRS	Défense et Restauration des Sols
GRN	Gestion des Ressources Naturelles
GTZ	Gemeinschaft für Technische Zusammenarbeit
IRG	International Resources Group
RNA	Régénération Naturelle Assistée
USAID	United States Agency for International Development
USGS	United States Geological Survey
SDC	Swiss Development Cooperation

Liste des photos

Photo 1 : Zaï dans la région entre Djenné et Sévaré (Mali)	15
Photo 2 : Cordons pierreux sur le Plateau Central freinent le ruissellement et contribuent souvent à une recharge locale de la nappe phréatique.....	16
Photo 3 : Des demi-lunes dans la Région de Tahoua sont appréciées par les agriculteurs	17
Photo 4 : Un jeune parc de <i>Faidherbia albida</i> au Sud de Zinder (Niger)	18
Photo 5 : Aménagements de CES dans la partie Nord de la zone arachidière (Sénégal)	21
Photo 6 : Expansion spectaculaire des cultures maraîchères au Niger depuis 1980	24
Photo 7 : Avant la fixation des dunes côtières (Sénégal)	25
Photo 8 : Après la fixation des dunes cotières (Sénégal)	25
Photo 9 : Le village de Galma au Niger en 1975 (à gauche) et en 2003 (à droite). : Les points noirs sont de grands arbres et il est évident que leur nombre a fortement augmenté	27
Photo 10 : Avant le début des aménagements en 1984/85 ces champs étaient dénudés	32
Photo 11 : Les agriculteurs de la région de Bankass (Mali) ont commencé à protéger la régénération spontanée surtout après 1994	32
Photo 12 et Photo 13 : Le village de Keur Magueye en 1979 et en 2007	34
Photo 14 : La végétation diminue les températures et protège les cultures contre le vent et le sable ...	43
Photo 15 : Photo prise en novembre 2004 après une pluviométrie d'environ 200 mm.....	44
Photo 16 : Le temps de collecte de bois de chauffe a beaucoup diminué dans les zones reverdies.	49

Liste des figures

Figure 1 : Carte de l'Afrique de l'Ouest qui indique les zones étudiées dans les quatre pays	13
Figure 2 : Vue comparative de trois terroirs de part et d'autre de la frontière Niger-Nigeria	29
Figure 3 : Densité et diversité de la RNA dans un village avec et sans intervention	40

Liste des tableaux

Tableau 1 : Augmentation des rendements du mil et du Sorgho dans trois régions du Niger.....	20
Tableau 2 : Impact des techniques de CES sur les rendements grains sur le Plateau Central du Burkina Faso en 2007.....	20
Tableau 3 : Taux de pratique de la technique de RNA dans la région de Bankass (493 UPA).....	33
Tableau 4 : Impacts des techniques de CES sur les rendements agricoles	37
Tableau 5 : La densité moyenne des ligneux et les espèces dominantes en fonction des villages.	39
Tableau 6 : Principaux dénominateurs communs de prospérité utilisés pour la catégorisation	45
Tableau 7 : Classification des Unités de Production du Zondoma suivant le niveau de richesse	46
Tableau 8 : Classification des Unités de Production du Yatenga suivant le niveau de richesse	46
Tableau 9 : Classification des Unités de Production du Bam suivant le niveau de richesse	46
Tableau 10 : Valeur actuelle nette et taux de rentabilité interne de quelques techniques de GRN.	51

AVANT PROPOS

Le présent document de synthèse élaboré par Chris Reij (VU University Amsterdam) et Dr Edwige Botoni (CILSS/Secrétariat Exécutif) est le fruit de plusieurs études de courte durée réalisées dans le cadre d'une étude sur la capitalisation des acquis dans la Gestion des Ressources Naturelles et la lutte contre la désertification au Sahel : l'Etude SAHEL . Elle a couvert quatre pays (Burkina Faso, Mali, Niger et Sénégal).

Au terme de cette première phase, le CILSS tient à exprimer sa profonde gratitude aux partenaires financiers et techniques dont les efforts conjugués ont permis la réalisation de l'étude. Il s'agit de :

- La Coopération Néerlandaise (DGIS) et la Coopération Suisse (SDC) qui ont financé l'étude.
- L' USAID a mis à la disposition des équipes nationales une expertise de haut niveau en agroéconomie et en télédétection
- La coopération Française et l'USAID dont les contributions ont permis au CILSS d'assumer son rôle de coordination régionale et qui ont également appuyer l'étude du Burkina Faso
- La GTZ qui a contribué à l'Etude au Mali

Ce rapport de synthèse tire son essence des travaux des équipes nationales de recherche. A tous ces chercheurs qui ont souvent travaillé dans des conditions quelquefois difficiles, aux différents comités scientifiques qui les ont accompagnés par leurs conseils précieux, nous tenons à exprimer nos remerciements. La composition de ces équipes par pays est comme suit :

Burkina Faso

Equipe de recherche

- Dr Souleymane Ouedraogo (agro-économiste et coordonnateur de l'étude)
- Mr Adama Belemvire (forestier-télédétection)
- Dr Alkassoum Maiga (sociologue)
- Dr Hamado Sawadogo (agronome)
- Dr Moumini Savadogo (zootechnicien)

Comité scientifique

- Prof Michel Sedogo
- Dr Edouard Bonkougou
- Prof Talatidia Thiombiano

Mali

Equipe de recherche

- Dr Harouna Yossi (ecologue forestier, et coordonnateur de l'étude)
- Dr Zana J. L. Sanogo (agro-pédologue)
- Dr Cheick Hamalla Diakité (géographe, spécialiste SIG)
- Dr Alpha O. Kergna (agro-économiste)

- Mr Souleymane Ouattara, (zootechnicien, pastoraliste)
- Mr Samba Soumaré (sociologue)

Comité scientifique

- Dr. Lassine Diarra
- Dr. Abdoul Yeya Maiga
- Dr. Alamir Siné Toure
- Dr. Mouhamadou Traore

Niger

Equipe de recherche

- Prof Toudou Adam Toudou (agronome, coordonnateur de l'étude)
- Dr Tahirou Abdoulaye (économiste agricole)
- Dr Ibrahim A. Amoukou (agronome)
- Mr. Issoufou Baoua (agro-pastoraliste)
- Dr.Nomao Dan Lamso (agro-pédologue)
- Dr. Yadji Guero (agro-pédologue)
- Mme Germaine Ibro (économiste environnementale)
- Dr Mahamane Larwanou (écologue forestier)
- Mme Marthe Diarra (sociologue)
- Prof. Mahamane Saadou (botaniste)
- Mme Sabine Attama (démographe)
- Dr Boubacar Yamba (géographe ; institutions locales)

Sénégal

Equipe de recherche

- Dr Papa Nouhine Dieye (économiste agricole, coordonnateur de l'étude)
- Dr Cheikh Dieng (systèmes d'information et cartographie)
- Dr Maguette Kairé (forestier et écologiste)
- MrJean Pierre Ndiaye (agro-pédologue)
- Mr Cheikh Mbacké Ndione (pastoraliste et économiste agricole)
- Mme Astou Sène (économiste agricole)

Comité scientifique

- Mr. Racine Kane (Chef de Mission UICN)
- Pr Amadou Tidiane Ba (Recteur de l'Université de Ziguinchor)
- Dr Alioune Ba (Géographe , Université Cheikh Anta Diop)
- Mr Ibrahima Ndiaye (Direction des Eaux et Forêts)
- Prof Aliou Guisse (Biologiste, Université Cheikh Anta Diop)

Nous tenons enfin à remercier, toutes les personnes qui ont apporté de précieux conseils au moment de la conceptualisation de l'étude : Mike McGahuey; Liliane Ortega, Bob Winterbottom, Gray Tappan, Valerie Kelly, Scott Swinton, Dramane Coulibaly, Boubacar Thiam.

Enfin, l'équipe de synthèse est seule responsable pour le contenu de ce rapport et de ces imperfections et faiblesses éventuelles. Les rapports de synthèse de chaque pays seront mis sur le siteweb du CILSS (www.cilss.bf) afin qu'ils soient accessibles aux intéressés.

Résumé

Le présent rapport de synthèse rend compte des résultats les plus saillants des études conduites par CILSS et ses partenaires dans 4 pays (le Niger, le Burkina Faso, le Mali et le Sénégal). A partir de quelques études de cas d'expériences réussies, ces études visaient à évaluer les impacts des investissements dans la gestion des ressources naturelles et d'analyser l'évolution de l'agriculture et de l'environnement au Sahel depuis le début des années 1980.

Il ressort de ces études que les impacts des investissements publics (gouvernements, partenaires financiers, ONGs) et privés (agriculteurs) ont souvent été sous-estimés. En effet, les importants efforts dans la réhabilitation des terres dégradées, ont augmenté les rendements agricoles, amélioré la sécurité alimentaire, favorisé la recharge locale des nappes phréatiques, augmenté le nombre d'arbres et leur productivité, ralenti l'exode et tant d'autres impacts qui ont été souvent ignorés dans les évaluations.

Un des constats de l'étude a été que les agriculteurs dans les 4 pays ont développé des systèmes agroforestiers, qui ont contribué à la création de systèmes de production plus complexes et plus productifs. Cette transformation de l'environnement s'est faite à des échelles différentes. Dans les régions densément peuplées du Niger, les agriculteurs ont depuis 1985 commencé à protéger et à gérer la régénération naturelle spontanée dans leurs champs. L'échelle de cette régénération est évaluée à 5 millions d'hectares. Il s'agit de la plus grande transformation de l'environnement au Sahel, sinon en Afrique (chapitre 6). Cette transformation est passée complètement inaperçue. Outre les impacts quantifiables, ce reverdissement a produit des services environnementaux dont la quantification n'est souvent pas aisée. En effet, l'arbre joue un grand rôle au Sahel et notamment en terme d'adaptation aux changements climatiques. Une des conclusions tirées est aussi qu'il est meilleur marché et plus efficace de promouvoir la régénération de arbres que de les planter.

Les taux de rentabilité économique des investissements dans les différentes techniques de GRN sont élevés même si les calculs ne tiennent pas compte des impacts indirects (chapitre 14).

Les défis sont encore importants : la démographie galopante, le changement climatique, la dégradation de l'environnement qui continue dans pas mal de régions....Mais grâce aux résultats de ces travaux il est possible de dire... qu'il y a des acquis importants sur lesquels nous pouvons bâtir afin d'augmenter l'échelle de ces expériences positives. Il est possible de réduire la pauvreté rurale, de s'adapter aux changements climatiques et d'améliorer la sécurité alimentaire Au Sahel.

I. Introduction

Depuis les années 1970, les pays sahéliens sont confrontés aux défis de la sécheresse et de la désertification. La dégradation des terres et des ressources naturelles qui en résulte sont la cause d'une faible productivité agricole rendant ainsi précaire la sécurité alimentaire dans la sous région.

Les gouvernements sahéliens, leurs populations et les partenaires techniques et financiers ne sont toutefois pas restés les bras croisés face à cette crise environnementale dont les conséquences se répercutent sur le développement économique et social de la sous région. Des initiatives ont été entreprises par les Etats, les ONG et les populations en vue de renverser cette tendance à la désertification et à la dégradation des terres. Au cours des décennies 1970 et surtout 1980, avec l'appui des partenaires au développement, d'importantes ressources financières ont ainsi été investies par les gouvernements sahéliens dans des projets de lutte contre la désertification. Quelques bilans de ces réalisations ont été dressés par le CILSS. On peut citer entre autres la revue des pratiques jugées réussies dans la lutte contre la sécheresse et la désertification entreprise par le CILSS avec l'appui de la GTZ à la fin des années 1980. Les 21 études de cas menées dans cinq (5) pays ont été publiées en 1989 (Rochette et al, 1989). Ce recueil d'expériences de terrain faisait d'une part la preuve que des progrès ont été accomplis dans les années 80 dans la lutte contre la désertification et d'autres parts, montrait que des solutions techniques existaient, parfois bien maîtrisées à l'échelle locale par les populations qui ne demandaient qu'à être soutenues dans leurs efforts de lutte contre la désertification.

Dans la poursuite de cet effort de capitalisation des bonnes pratiques et des acquis de lutte contre la désertification au Sahel, le CILSS et ses partenaires ont initié en 2005 une étude régionale baptisée « Etude Sahel ». L'étude s'est fixée pour objectif d'apporter des réponses aux nombreuses interrogations des différents acteurs et en particulier celle des décideurs et des partenaires au développement qui ont soutenu des actions de lutte contre la désertification au Sahel durant des décennies : quel bilan pouvons-nous dresser de tous ces efforts d'investissements dans la gestion des ressources naturelles et la lutte contre la désertification et notamment sur l'amélioration des indicateurs socio-économiques et environnementaux en rapport avec le Cadre Stratégique de lutte contre la Pauvreté (CSLP), les OMD (pauvreté, sécurité alimentaire, utilisation et gestion durable des ressources naturelles, équité et genre) ?

De façon spécifique :

- Quels ont été les impacts des investissements dans la gestion des ressources naturelles ?-
- Quelle a été l'évolution de l'agriculture et de l'environnement depuis 1984 ?
- Ces investissements ont-ils eu des impacts durables ?
- Les investissements sont-ils économiquement rentables ?

La première phase de cette étude de capitalisation a couvert un groupe de quatre pays : le Niger en 2005-2006, le Burkina Faso, le Mali et le Sénégal en 2007-2008. Les investigations ont été focalisées surtout sur l'évaluation des impacts biophysiques et socioéconomiques des investissements dans les techniques de conservation des eaux et des sols et de l'agroforesterie

Le présent document fait la synthèse des principaux résultats de l'étude dans ces quatre pays. Il est structuré en chapitres thématiques qui analysent chacun un volet spécifique des multiples impacts des investissements dans la GRN à travers quatre pays du Sahel (Burkina Faso, Mali, Niger Sénégal).

2. Contexte : la crise environnementale des années 1970 et 1980 et les réponses sahéliennes

Une situation de double rupture : écologiques et socio-économiques

Sécheresses, famines, déficits alimentaire chronique, vents de poussière, érosion éolienne et hydrique, mortalité des arbres, baisse des rendements céréaliers consécutifs à la baisse de la fertilité des terres, mortalité du bétail, croissance démographique, pression foncière, tel est le tableau sombre du Sahel suite aux lendemains des sécheresses des années 1970 et 1980.

Pour citer les paysans : «*Il n'y a plus de brousse, il n'y a plus de bêtes sauvages, les gens sont devenus nombreux, les pluies ont diminué, la terre est fatiguée*» (Luxereau et Roussel, 1997).

La dégradation des terres au Sahel revêt un caractère complexe où se mêlent l'action de la nature et notamment la sécheresse et celle des hommes.

Après une période relativement humide (avant 1968/69), l'analyse de l'évolution de la pluviométrie au Sahel montre un déficit pluviométrique chronique sur une période quasiment continue de plus de 25 ans qui a touché l'ensemble du Sahel, mais tout particulièrement la partie Ouest du Sahel. Cette baisse des totaux pluviométriques (environ -200mm) est également marquée par une réduction du nombre de jours de pluie et une diminution relative des épisodes de forte intensité.

L'explosion démographique après les années 1960 (taux d'accroissement d'environ 3% par an) dans la plupart des pays sahéliens a accentué le prélèvement sur les ressources naturelles. Dans les régions de Maradi et Zinder au Niger, les jachères, système traditionnel de restauration de la fertilité des sols, ont disparu. Ailleurs au Sahel, leur durée se sont drastiquement raccourcies. Les impacts sur la fertilité des sols étaient très négatifs.

Les agriculteurs ont dû étendre les surfaces cultivées pour combler la baisse des rendements, et surtout pour faire face à des besoins plus importants dus à l'accroissement de la population. Les conséquences sont une disparition progressive de la végétation et une dégradation physique, biologique et chimique des sols qui ont abouti à une apparition et une extension de sols dénudés et recouverts de croûtes d'érosion. La dégradation de la végétation a réduit la disponibilité de bois de chauffe et dans de nombreuses régions sahéliennes les femmes étaient contraintes d'utiliser les résidus de récolte et la bouse de vache comme sources d'énergie..

La période 1970-1980 a ainsi révélé ce déséquilibre des systèmes agraires, causé par des facteurs climatiques, socio-économiques, démographiques, etc. Beaucoup de chercheurs qualifiaient la situation de "bloqué" et parlaient de la faillite du système agricole (Raynaut (1975). De Miranda (1980) évoquait un déséquilibre écologique et agricole.

Dumont (1985) quant à lui a caractérisé la situation dans lequel se trouvait l'environnement du Burkina Faso au milieu des années 1980 comme suit : « le Burkina n'est pas un pays en voie de développement, mais un pays en voie de disparition ».

Qu'il s'agisse du blocage, de déséquilibre,... ces termes traduisent une situation de rupture qui a conduit à une surexploitation de l'environnement avec souvent des conséquences sociales dramatiques.

Les réponses Sahéliennes à la crise environnementale

Face à la crise environnementale, des initiatives locales, nationales, régionales ont été entreprises en vue d'atténuer et d'inverser la tendance accélérée de dégradation des ressources naturelles.

Les pays du Sahel, appuyés des partenaires techniques et financiers, ont initié une série des grands projets de lutte contre la désertification et de développement rural.

Par exemple, au Niger, l'action de différents projets ¹ ont permis de réhabiliter entre 1985 et 2005 au moins 250.000 ha de terres fortement dégradées en utilisant une gamme variée de techniques de collecte des eaux de ruissellement : banquettes, tranchées, *tassa*, demi-lunes, cordons pierreux.

Sur le Plateau Central du Burkina Faso, de grands projets et programmes de lutte contre la désertification ont été mises en œuvre dès les années 1980. Il s'est agit de la réalisation à grande échelle de mesures de conservation des eaux et des sols (Rochette, 1989) et d'agroforesterie. Les superficies aménagées sur le Plateau Central grâce à l'action conjuguée de tous ces programmes et projets sont évaluées à environ 300 000 ha de terres récupérées (Ouedraogo 2005).²

Parallèlement, la plupart des pays a entrepris des réformes des lois et politiques qui influençaient les décisions en matière de gestion des ressources naturelles (la gestion des terroirs, décentralisation, les codes forestiers, codes rural, etc...) qui responsabilisent les populations dans la gestion de leur environnement.

Rôle des interventions et des innovations

Au niveau local, les interventions des ONGs et des projets bilatéraux et multilatéraux ont souvent joué un rôle de levier. Nous y reviendrons plus tard. Leur appui à l'agroforesterie et à la promotion des actions de conservation de l'eau et des sols et de la réhabilitation des terres fortement dégradées a encouragé les producteurs de protéger et de gérer des arbres dans leurs terres de culture et de réhabiliter des terres dégradées. Les pratiques de défrichement et de préparation des champs et les manières de cultiver ont évolués pour incorporer des techniques de *zai* (cuvettes de plantation) améliorés, des cordons pierreux, des demi-lunes et d'autres techniques de collecte des eaux de ruissellement. Ces pratiques ont été adoptées au fil des années par des centaines de milliers de cultivateurs et d'agro-pasteurs au Sahel.

Il est important de signaler ici la capacité d'innovation des agriculteurs et des ONGs. Par exemple, l'amélioration de la technique traditionnelle de cuvettes (*zai*) pour réhabiliter des terres fortement dégradées, a été le travail d'un paysan innovateur dans la région du Yatenga au Burkina Faso. Cette technique a permis la réhabilitation de dizaines de milliers d'hectares au Sahel. Les cordons pierreux sur courbes de niveau, une technique utilisée dans les 4 pays étudiés, a été développé autour de 1980 par une ONG également dans le Yatenga (Reij, 1983)

D'une façon générale, les efforts d'investissements dans la gestion les ressources naturelles (GRN) entrepris par les différents acteurs ont contribué à réduire, ou même à renverser à des échelles locales, le phénomène de dégradation des terres, et ce malgré un contexte climatique, démographique et socio-économique souvent défavorable.

¹ Projet de Développement Rural de Tahoua, Projet Agro-Sylvo-Pastoral, Projet FIDA dans le département d'Illéla, le Projet Keita, etc.,

² Reij et Thiombiano (2003) avaient estimé que sur la partie nord du Plateau Central seulement au moins 100.000 ha avaient été aménagés.

3. Méthodologies

En 1989, le CILSS et la GTZ ont publié « **Le Sahel en Lutte contre la Désertification : leçons d'expériences** » (Rochette, 1989). L'objectif, était de faire connaître des expériences positives aux agents de développement et d'identifier et comprendre les facteurs d'échec et de blocage, mais aussi de progrès et de réussite. Pour la présente étude, nous avons revisité, presque 20 ans plus tard, plusieurs études de cas évoqués dans cet ouvrage. Nous avons ajouté d'autres cas qui représentent des expériences de GRN entamées après 1989.

L'étude a utilisée une gamme d'outils de recherche: des analyses diachroniques à partir de télédétection (photos aériennes et images satellitaires pour les mêmes villages pour des années différentes)³, des **transects de végétation**, des **enquêtes semi - structurées** avec des groupes cibles (femmes, éleveurs, etc.) et des questionnaires approfondis auprès des Unités de Production. Ces Unités de Production ont été classées selon leur niveau de richesse. Cette classification a été basée sur les critères utilisés par les villageois pour définir la pauvreté. Ces critères sont souvent dominés par le niveau de sécurité alimentaire. Aussi la recherche de données secondaires (démographie, statistiques agropastorales, études antérieures) a fourni des informations essentielles.

L'étude a tenté, surtout au Niger, au Burkina Faso et au Sénégal, d'**identifier et d'analyser les impacts cumulatifs des investissements dans la GRN, notamment leur rentabilité économique**. Sa méthodologie s'est appuyé sur une comparaison des situations avec et sans intervention et avant et après intervention d'où ont été dégagés des **impacts environnementaux** (évolution du couvert végétal, de la biodiversité, de la fertilité des sols, de la nappe phréatique, etc.) ; des **impacts sur les productions agro-pastorales** ; des **impacts sociaux et institutionnels** (conditions de vie, sécurité foncière, accès à la terre, émergence et effectivité des institutions locales, effets sur les politiques nationales, etc.) et des **impacts économiques**.

La pratique montre qu'il est souvent difficile de trouver de bons villages témoins, car dans beaucoup de cas, des techniques de CES et la protection de la régénération naturelle par les producteurs ont fait tâche d'huile. La question de l'**attribution des impacts** se pose bien sûr. Les équipes de recherche ont constaté des rendements céréaliers plus élevés dans les champs aménagés, que dans les champs non-aménagés, mais aussi dans certaines régions, une recharge de la nappe d'eau dans les puits de 10 mètres ou même plus, une diminution de l'exode dans les villages avec aménagements et tant d'autres changements. Est-il réellement possible d'attribuer ces améliorations aux investissements dans la GRN ou serait-il possible qu'une partie des changements soient attribuables aux politiques nationales ou à la construction des routes ou à une amélioration de la pluviométrie à partir du milieu des années 1990 ? Il est évident qu'on ne peut pas tout attribuer aux investissements dans la GRN, mais l'Etude Sahel montre que ces investissements ont souvent joué un rôle déclencheur.

Quelques hypothèses de l'étude

1. Les investissements dans la GRN contribuent de façon significative à l'amélioration de la production agro-pastorale et rendent les populations moins vulnérables aux effets de sécheresse (et aux autres risques externes).

³ Avec l'appui de Gray Tappan, de USGS EROS Center à South Dakota (Etats-Unis)

2. Les investissements dans la GRN contribuent de façon significative à un meilleur niveau de vie des populations.
3. Les investissements dans la GRN sont associés à une amélioration significative du niveau de biodiversité.
4. Les investissements dans la GRN induisent des niveaux de rentabilité économiques élevés comparativement à certains investissements alternatifs.
5. Les investissements dans la GRN renforcent le capital social et la durabilité de l'action sociale.

La zone de couverture de l'étude : une diversité de situations agro-écologiques et de problématiques de la désertification à travers le Sahel

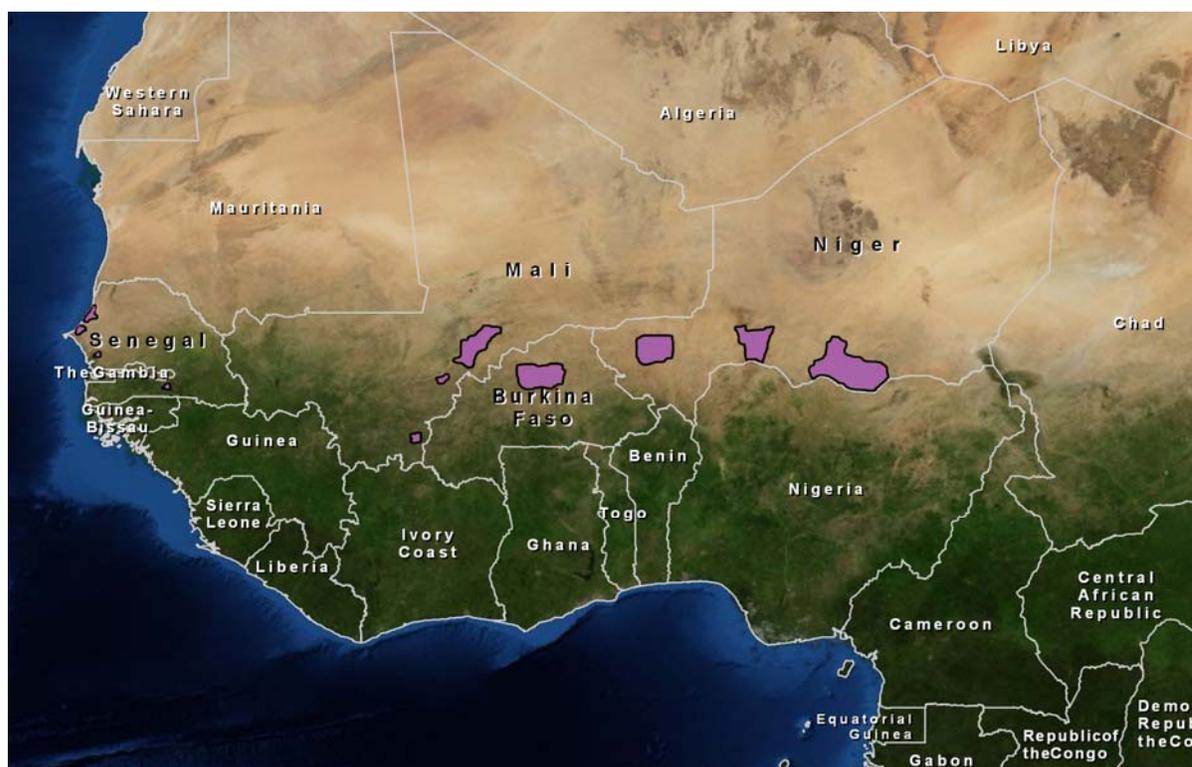
▪ ***La partie nord du Plateau Central du Burkina Faso***

La partie nord du Plateau Central du Burkina Faso (400 à 700 mm de pluie) était considérée en 1980 comme la zone la plus dégradée du pays. La zone se caractérise par des fortes densités de population : plus de 100 personnes/km² dans le Yatenga dépassaient. Les terres latéritiques quant à elles se caractérisent par leur très grande pauvreté. Les rendements céréaliers étaient bas et en baisse. Selon une étude de l'ICRISAT, les rendements moyens de sorgho n'étaient que de 293 kg/ha pendant les années 1981 – 1985 (cité par Brons, et al. 2000 :20). Marchal (1985) parlait même de la déroute du système vivrier. Les années de sécheresse et de disettes s'enchaînaient, la végétation s'appauvriissait et le niveau d'eau dans les puits chutait rapidement chaque année d'environ un mètre. Il n'est pas surprenant que pendant cette période une partie de la population a décidé de quitter les villages. A titre d'exemple, dans la période de 1975 à 1985, un des villages d'étude (Ranawa) a perdu 25% de sa population. (Reij et Thiombiano, 2003: 5-7).

▪ ***Niger : Les régions de Tillabéri, Tahoua, Maradi et Zinder***

Les régions étudiées au Niger sont toutes caractérisées par une forte pression foncière et en particulier dans les parties sud des régions de Maradi et de Zinder où les densités de population dépassent souvent 100 personnes km². Dans ces régions les forêts naturelles ont complètement disparu. L'espace est presque entièrement occupé par des champs de culture. Dans la Région de Tahoua, des plateaux dégradés et des vallées relativement fertiles s'alternent. Mais dans les années 1980 ces vallées étaient de plus en plus menacées, car les plateaux dégradés et dénudés de végétation ne retenaient plus les eaux de pluie et des courants d'eau se jetaient dans les vallées, ce qui contribuait au ravinement de ces vallées dont la fertilité est conditionnée par l'épandage naturel des eaux.

Figure 1 : Carte de l'Afrique de l'Ouest qui indique les zones étudiées dans les quatre pays



Source: Gray Tappan (USGS)

▪ ***Sénégal : les Niayes, le bassin arachidier et le Sine Saloum***

Les Niayes sont une mince bande de territoire (de 5 à 30 km de large et de plus de 180 km de long se situent qui se situe le long du littoral Nord du Sénégal entre Dakar et Saint-Louis. Cette zone à écologie particulière (dépressions inter dunaires à nappe phréatique affleurante à sub-affleurante) est la principale zone de production maraîchère du Sénégal (près de 80% de la production maraîchère du Sénégal provient des Niayes). Elle était fortement menacée par l'avancée des dunes côtières et des efforts importants ont été consacrés à la fixation des dunes en plantant le *filao* (*Casuarina equisetifolia*).

Le nord du bassin arachidier (zones de Louga, Diourbel, Thiès) se caractérise par des sols à texture sableuse, fragiles exposés à l'érosion éolienne et hydrique. Les années de sécheresse ont entraîné une forte dégradation du couvert végétal et une aggravation des processus d'érosion éolienne et hydrique qui ont contribué à appauvrir des sols déjà fatigués par une longue monoculture arachidière. Les conséquences de ce processus sont assez dramatiques sur les milieux naturels, les rendements agricoles et un appauvrissement des populations. C'est dans ce contexte qu'un projet de Reboisement Villageois est intervenu à partir de 1986 avec pour objectif global de restaurer les capacités productives des systèmes de production exposés aux aléas climatiques.

La région du Sine Saloum se caractérise surtout par la présence d'estuaires où sévit la salinisation des terres. Zone traditionnelle de culture de l'arachide actuellement en crise, le Sine Saloum est

confronté à différentes problématiques de désertification : salinisation des sols, dégradation de la mangrove, baisse de la fertilité des sols. Un projet y a construit des digues anti-sel pour lutter contre la salinisation.

▪ *Les techniques de GRN étudiés*

Pour faire face au phénomène de la désertification et de la dégradation des terres, de nombreuses techniques de gestion des ressources naturelles ont été testées.

Il s'agit notamment des techniques de collecte des eaux de ruissellement utilisées pour la réhabilitation de terres encroûtées et fortement dégradées. Ces techniques, connues sous le vocable de techniques de conservation des eaux et des sols et de défense restauration de sol ou (CES/DRS) ou de CES/AGF quand l'agroforesterie y est associées.

Ces techniques permettent de collecter et de contrôler le ruissellement des eaux de surface et assurent ainsi l'infiltration d'une grande partie des eaux de pluie de même qu'une collecte des sédiments transportés par les eaux de ruissellement. Les techniques les plus utilisées au Sahel sont, entre autres, les cordons pierreux, les *zai* et les demi-lunes. Les impacts de ces technologies ont été largement documentés et diffusés (Reij, 1983 ; Marchal, 1986 ; Rochette, 1989; etc.).

Dans beaucoup de régions du Sahel, les agriculteurs protègent et gèrent la régénération spontanée des arbres et arbustes sur leurs champs de culture. Cette technique connue sous le nom de Régénération Naturelle Assistée (RNA) est de plus en plus courante dans des régions à fortes densités de population au Niger, et sur le plateau Dogon au Mali.

Les impacts de quelques unes de ces techniques ont été évalués aussi dans le cadre de la présente étude de capitalisation. Il s'agit du *zai*, des cordons pierreux, et des demi-lunes⁴.

Ces innovations technologiques ont quelquefois été accompagnées par des réformes institutionnelles qui ont influencé les décisions en matière de gestion des ressources naturelles (la gestion des terroirs, les lois sur la décentralisation, les codes forestiers, etc...). Les approches dans la GRN ont ainsi évolué vers une plus grande responsabilisation des populations rurales qui ont eu des impacts positifs sur la gestion durable des ressources naturelles. L'impact de ces réformes institutionnelles sur la gestion durable des ressources naturelles n'a pas fait l'objet de la présente étude. L'accent a été mis sur l'impact des techniques CES/DRS et l'agroforesterie.

⁴ Ici nous avons inclus seulement des techniques qui ont été adoptés dans au moins 3 des 4 pays, et qui sont simples et reproductibles par les agriculteurs.

Le zaï : technique de récupération des terrains encroûtés qui consiste à creuser des trous de 20 à 30 cm de diamètre et de 10 à 15 cm de profondeur afin de recueillir les eaux de ruissellement et de les laisser s'infiltrer. La matière organique y est ensuite apportée en quantité variable selon les paysans (une poignée, soit environ 600 g/trou) sous forme de fumier ou de compost, avant la période de semis. Il s'agit d'une technique traditionnelle qui de nos jours très répandue dans la zone sahélo-soudanienne. Elle est appelé « *tassa* » au Niger ou *towalen* au Mali.

Les avantages du *zaï* sont principalement : la capture des eaux de ruissellement et de pluie, la préservation des semences et de la matière organique, la concentration de la fertilité et des eaux disponibles au début de la saison des pluies et une augmentation de la production agricole.

Photo 1 : Zaï dans la région entre Djenné et Sévaré (Mali)



Les cordons pierreux : barrières mécaniques de freinage des eaux de ruissellement placées le long des courbes de niveau, pour réduire le ruissellement, l'érosion et augmenter l'humidité du sol. Les pierres sont disposées dans des tranchées de quelques cm de profondeur. La largeur d'un cordon est d'environ 15-20 cm ; sa longueur varie le plus souvent entre 25 et 100 m.



Photo 2 : Cordons pierreux sur le Plateau Central freinent le ruissellement et contribuent souvent à une recharge locale de la nappe phréatique

Les demi-lunes : cuvettes en demi cercle creusées et ceinturées avec les déblais disposés en arc de cercle ouvert à l'amont. Le creux recueille l'eau piégée par les bras de la demi-lune. L'amont du creux sert d'impluvium. Elles permettent aux plantes cultivées dans la demi-lune de recevoir beaucoup plus d'eau que ne lui apportent directement les pluies. La demi-lune peut avoir un rayon allant de 2 à 3 mètres et une profondeur de 30 à 40 cm.



Photo 3 : Des demi-lunes dans la Région de Tahoua sont appréciées par les agriculteurs

La Régénération Naturelle Assistée (RNA) : la RNA consiste à épargner et entretenir certains arbustes (arbres utiles et à usage multiple), de façon à reconstituer le couvert ligneux sur les champs. La présence d'arbres sur les champs contribue à freiner la vitesse des vents, ce qui limite les dégâts aux cultures au début de la saison pluvieuse.



Photo 4 : Un jeune parc de *Faidherbia albida* au Sud de Zinder (Niger)

Dans le cadre de l'Etude Sahel au Sénégal deux techniques spécifiques ont été analysés : les digues anti-sel et la fixation des dunes côtières. Nous y revenons ailleurs dans ce rapport dans des chapitres thématiques.

4. Impacts des investissements dans la CES sur les rendements agricoles

Une étude l'ICRISAT au Sahel sur la période de 1981 – 85 (années de sécheresse) montrait des rendements moyens de sorgho de 293 kg/ha et du mil de 232 kg/ha (Brons, et al. 2000 :20). Marchal (1985) parlait même de la dérouté du système vivrier, car l'agriculture restait extensive et la production en continuelle baisse.

Des systèmes de production de plus en plus complexes

Les techniques de collecte des eaux de ruissellement (zaï, cordons pierreux, demi lunes, digues filtrantes, etc.) en brisant la croûte indurée et en freinant le ruissellement permettent une meilleure infiltration des eaux de pluies et améliorent les réserves en eau disponibles pour les cultures. Les éléments fins et les nutriments qui sont piégés dans les trous, et le fumier que les paysans y incorporent, contribuent à améliorer la fertilité chimique de ces terres.

Avec l'adoption de ces techniques, les systèmes de production s'intensifient et deviennent de plus en plus complexes avec l'intégration des arbres, des animaux dans les champs qui contribuent aussi à améliorer la fertilité des terres à travers les dépôts de la biomasse et de fèces.

L'impact de ces aménagements associés à la fertilisation organique sur l'amélioration des rendements et de la production agricole est largement démontré à travers plus études dont celles conduites par les chercheurs de l'Etude Sahel.

Impacts des CES sur les rendements et la production céréalière

Les cas du Niger et du Burkina

Au Niger tout comme au Burkina, les résultats des études conduites par les équipes de chercheurs, ont montré que les technologies CES permettent de doubler voire de tripler les rendements dans les mêmes contextes écologiques. L'activité de réhabilitation des terres permet ainsi d'atténuer les déficits de production non seulement grâce à l'amélioration des rendements agricoles, mais aussi par une augmentation de la disponibilité foncière.

Au Niger, l'augmentation des rendements grâce aux aménagements CES est évalué selon les régions à 15 à 50 % pour le mil et à 20 à 85 % pour le sorgho. En revanche dans les villages témoins on assiste plutôt une baisse considérable des rendements des céréales. Selon les localités, cette diminution est de 25% à 60 % pour le mil et 40% à 70 % pour le sorgho.

Globalement dans la région de Keita, les différentes actions de GRN ont permis une augmentation de 19% de la production céréalière. Ces évaluations concordent également avec la perception des paysans qui ont estimé que la réhabilitation des champs grâce aux zaï (ou *tassa en haoussa*) et des demi-lunes a permis des rendements de mil jusqu'à quatre fois plus élevés que ceux espérés d'un champ non aménagé.

Tableau 1 : Augmentation des rendements du mil et du Sorgho dans trois régions du Niger

	Avant aménagement	Après aménagement
Rendements moyens du Mil à Tahoua	285 kg/ha	405 kg/ha
Rendements moyens du Mil à Maradi	de 171 kg/ha	196 kg/ha
Rendements moyens du Mil à Tillabéri	261 kg/ha	394 kg/ha
Rendements moyens du sorgho à Tahoua	243 kg/ha	305 kg/ha
Rendements moyens du sorgho à Maradi	77 kg/ha	91 kg/ha
Rendements moyens du sorgho à Maradi	200 kg/ha	300 kg/ha

Source : Etude Sahel, Niger

La saison hivernale 2007 au cours de laquelle les rendements céréaliers ont été évalués dans le plateau Central du Plateau Mossi du Burkina Faso est caractéristique des mauvaises saisons au Sahel. En effet, les pluies sont arrivées tard, ce qui a eu des répercussions sur les semis. Puis, il y a eu des inondations en milieu de saison et un arrêt brusque des pluies à la formation des graines. Des poches de sécheresse de 14 à 23 jours ont été observées dans cette région. C'est dans ces conditions climatiques défavorables, que les technologies de collecte des eaux de ruissellement ont montré tout leur intérêt grâce à leur capacité à réduire le stress climatique, et en garantissant une bonne production malgré tout. En effet, pendant que les rendements sur les champs non-aménagés étaient de 400 à 500 kg/ha, les champs aménagés en CES quant à eux avaient des rendements de 800 à 1100 kg/ha, soit du simple au double. D'une manière générale, les aménagements ont permis un accroissement moyen des rendements de 30% à 100% suivant les techniques utilisées, malgré le faible taux (<5%) d'utilisation de variétés améliorées dans cette région.

Tableau 2 : Impact des techniques de CES sur les rendements grains sur le Plateau Central du Burkina Faso en 2007

Technologie GRN	Rendement grain	Rendement paille	Production agricole
Cordons seuls	+39%	+21%	au moins 200 kg de plus à l'hectare.
Cordons + zai	+118%	+56%	
Demi-lunes	+112%	+49%	Au moins 800 kg de plus à l'hectare
Zai	+69%	+50%	plus de 300 kg de céréales par ha.

Source : rapport Etude Sahel Burkina Faso (2008)

Des résultats tout aussi réconfortants au Sénégal : une augmentation de la disponibilité en terres cultivables dans le nord du Bassin arachidier du Sénégal

Au Sénégal, plusieurs projets ont investi dans des aménagements, mais nous ne disposons pas de chiffres qui donnent l'ampleur des aménagements. Dans le cadre de l'Etude Sahel au Sénégal plusieurs villages du Nord du Bassin arachidier ont été étudiés et les chercheurs ont constaté des impacts similaires qu'au Burkina Faso et au Niger : une récupération des terres dégradées et une augmentation des rendements agricoles. Par exemple, le village de Baback était confronté dans

le milieu des années 1980 à une forte érosion hydrique et à un ravinement qui contribuaient à appauvrir des sols déjà fatigués par une longue monoculture arachidière. Ce village a bénéficié de l'appui d'un projet qui a permis de mettre en place des aménagements tels que les cordons pierreux et les digues filtrantes.

D'une manière générale ces aménagements ont permis de lutter efficacement contre l'érosion hydrique et le ravinement et d'augmenter la disponibilité des terres cultivables et des pâturages. En effet, avant les aménagements, les cultures se faisaient essentiellement sous les parcs arborés à *Acacia Albida* (Kad). En quatre ans (2000-2004), les aménagements dans le village de Baback ont permis de récupérer environ 200ha de terres dénudées et d'augmenter les superficies de cultures sous aménagements de plus de 150 ha et celles des vergers de plus de 50 ha.

□ Situation après les aménagements
■ Cas de Baback : Cordons pierreux



Photo 5 : Aménagements de CES dans la partie Nord de la zone arachidière (Sénégal)

Quel est le taux d'adoption de ces techniques CES/DRS?

La partie Nord du Plateau Central et surtout la région du Yatenga était au début des années 1980 une sorte de laboratoire des techniques de CES. Et il le fallait, car les diguettes en terre confectionnées dans les années 1970 étaient trop fragiles et pas entretenues par les paysans. Avant 1980 il n'y avait pas des techniques efficaces pour lutter contre la dégradation des sols. Entre 1980 et 1985 des paysans et des ONGs ont mis au point et testé des zaï amélioré et des cordons pierreux sur courbes de niveau et après 1985 ces techniques ont été de plus en plus promues par des projets.

Les enquêtes réalisées lors de l'étude au Burkina Faso sur un échantillon de 700 unités de production ont montré que le taux d'adoption de ces techniques était de l'ordre de 53%. La plupart des agriculteurs combinent plusieurs techniques. La plus fréquente est la combinaison des cordons pierreux et des zaï. L'application de la fumure organique se généralise avec plus de 67% des unités de production qui ont adopté la technologie.

Au Niger, les taux d'adoption ont été évalués à 68, 63, 19% respectivement pour le *zai* (tassa), la RNA et les demi-lunes.

Au Niger, l'intervention des projets a créé une dynamique de récupération des terres de plateaux. Les paysans affirment que la récupération des terres a permis d'agrandir les disponibilités foncières individuelles, en particulier pour ceux qui se sont investis personnellement. Depuis 1985, environ 250.000 ha de terres fortement dégradées ont été réhabilitées. Il y a eu des aménagements collectifs réalisés dans le cadre des projets, mais dans certaines régions des dynamiques spontanées se sont créées. Par exemple, en 1989, 13 paysans agriculteurs (9 hommes et 4 femmes) de la Région de Tahoua ont fait un voyage d'étude au Burkina Faso (Yatenga) où ils ont vu le *zai*. Après leur retour quelques agriculteurs ont testé cette technique sur 4 hectares et en 1990 sur environ 50 ha. L'année 1990 était une année de sécheresse, mais les agriculteurs ont pu récolter surtout sur les champs aménagés en *zai*, ce qui a fini par convaincre les plus septiques de l'efficacité de cette technique. Dans les années suivantes, le *zai* a fait tâche d'huile de façon spontanée. Des milliers d'hectares de terre sur les plateaux dégradés ont ainsi été réhabilités par les agriculteurs de leur propre initiative et cette dynamique continue jusqu'à présent⁵. Le début des années 1990 a vu l'émergence d'un marché de terre dans cette région. Les agriculteurs commençaient à acheter et à vendre des terres dégradées afin de les réhabiliter à l'aide des *zai*, et des demi-lunes (Hassane et al., 2000).

L'importance de la production céréalière dépend de la pluviométrie, de la qualité de la fertilisation des sols, de la date de semis, du prix des céréales aux marchés et tant d'autres facteurs, mais elle peut varier de 100 à 200 euros/ha/an. Les investissements dans les aménagements sont assez rapidement valorisés même sans tenir compte des autres impacts des aménagements.

Dans la région du Plateau central du Burkina, les paysans ont conscience qu'il n'y a aucune perspective d'assurer une production agricole minimale sans recours aux techniques de collecte des eaux de pluie de même que la protection des sols contre l'érosion. Il faut reconnaître cependant que malgré l'efficacité avérée de ces techniques, elles demandent un investissement minimum en main d'œuvre dont ne disposent pas toujours les paysans les plus démunis. Aussi, la main d'œuvre et l'extrême pauvreté des populations peuvent être un frein à l'adoption de ces techniques.

Les moellons pour réaliser les cordons pierreux sont de plus en plus éloignés des villages, ce qui nécessite de disposer ou de louer des charrettes pour leur transport.

La réalisation du *zai* demande en moyenne plus de 300 heures homme/ha (Barro et al, 2005).. En exprimant le temps de travail en termes monétaires, les coûts de l'aménagement d'un hectare est évalué entre 150 et 230 euros

Conclusion partielle sur l'impact des investissements GRN sur la production céréalières

Avant 1980 il n'y avait pas au Sahel de techniques efficaces de CES, qui réduisaient la dégradation des sols, qui augmentaient les rendements agricoles de façon durable et qui étaient reproductibles par les agriculteurs. Les rendements agricoles étaient bas et en baisse et malgré des densités de population forte dans des régions comme le Nord du Plateau Central (Burkina Faso), l'agriculture restait extensive. Cependant, le début des années 1980 a vu deux réactions à la crise écologique. La première a été une amélioration de quelques techniques de CES, ce qui a catalysé

⁵ En traversant des parties de la région de Tahoua le 4 et 5 avril 2009., dans beaucoup d'endroits les agriculteurs avaient commencé à préparer la saison pluvieuse en faisant des *zai* sur des parcelles dégradées.

un début d'intensification agricole, et la deuxième était une augmentation des investissements dans la CES dans les 4 pays étudiés.

Ce chapitre a donné quelques exemples de l'impact des techniques de CES sur les rendements agricoles. En général, la plupart des études se limitent à l'évaluation de ce type d'impact. Dans plusieurs chapitres qui suivent, d'autres impacts des techniques de CES seront présentés, ce qui nous conforte notre conviction que les impacts des investissements dans la CES au Sahel ont été fortement sous-estimés.

La production maraîchères en pleine croissance

Il est important de signaler une forte croissance de la production des cultures maraîchères au Sahel depuis le début des années 1980. La croissance est surtout impressionnante au Niger et au Burkina Faso, mais on le constate également au Sénégal. La forte demande des marchés urbains a incité les agriculteurs à augmenter la production. L'augmentation de la production des cultures maraîchères est aussi une réponse à la demande des marchés nationaux et internationaux. La production maraîchère du Niger est surtout exportée vers les marchés urbains du Nigeria, mais aussi au Burkina Faso et au Sénégal.

Dans plusieurs régions des investissements pour une meilleure maîtrise de l'eau, ou la fixation des dunes côtières dans le cas de Sénégal, ont permis une augmentation de superficies sous cultures maraîchères.

Au Niger, il y a eu une forte expansion de la petite irrigation dans la Région de Tahoua. Par exemple, la construction des seuils d'épandage a permis une recharge de la nappe phréatique, ce qui s'est traduit par une extension des cultures de contre-saison dans quelques vallées de l'Ader Douthi Maggia. C'est le cas du village d'Adouna au Niger, où la construction de seuils d'épandage en combinaison avec d'autres investissements dans la GRN a renversé le processus de dégradation et le déclin économique.

Selon les statistiques de la FAO, la production d'oignons secs a évolué de 107.800 tonnes en 1980 à 270.000 tonnes en 2005. La région de Tahoua, naguère très touchée par la désertification, fournit à elle seule 80% de cette production. Malgré l'adversité de la nature, le Niger se classe ainsi parmi les premiers pays producteurs d'oignons dans la sous région.



Photo 6 : Expansion spectaculaire des cultures maraîchères au Niger depuis 1980

Au Sénégal l'impact de la bande de *filao* (*Casuarina equisetifolia*) sur l'accroissement et la diversification des cultures maraichères a été aussi démontré. La zone des « Niayes », c'est-à-dire la zone de cordons dunaires et cuvettes inter collinaire le long du littoral Nord du Sénégal entre Dakar et Saint-Louis, est la principale zone de production maraîchère du Sénégal (près de 80% de la production maraîchère du Sénégal provient des Niayes). Cette principale activité de production socio-économique de la région était fortement menacée par l'avancée des dunes.

Sur un horizon de près d'un demi-siècle, les efforts du gouvernement sénégalais et de ses partenaires au développement ont permis de fixer des dunes sur une superficie évaluée à 9000 ha. Les impacts des aménagements sont économiques, environnementaux et sociaux. La bande de *filao* a permis non seulement de fixer les dunes et de protéger les cuvettes maraîchères, mais aussi de créer les conditions favorables à l'activité économique et à l'implantation définitive des populations qui investissent dans des constructions en dur, signe d'une relative aisance relative de ces populations rurales.

L'impact de la bande de *filao* se situe au niveau de l'augmentation de la disponibilité des terres cultivables. Les ménages de la zone ont ainsi augmenté le nombre de champs de 1 à 3. Les superficies cultivées par exploitation ont été multipliées par 2 à 3 tant au niveau des villages satellites que ceux qui sont plus éloignés de la bande de *filao*. Les superficies moyennes par exploitation au niveau des villages riverains sont ainsi passées d'un peu moins de 0,4 ha/exploitation en 1986 à près de 1.2 ha/exploitation en 2006 avec des variations respectives de 0.2 à 1 ha et 0.4 à 3 ha.

La sécurisation du milieu par la fixation des dunes a fortement contribué à l'investissement dans des systèmes d'irrigation plus pérennes et notamment la construction de puits. Les investissements dans les systèmes d'irrigation ont ainsi été multipliés par 5 en 1995 et par 9 en 2006.

Impacts environnementaux et socio-économiques du CTL

❑ Situation avant les aménagements



Milieu hostile pour le développement des activités économiques mais également la survie des populations.

Ensemblement (ensevelissement) des cuvettes : Utilisation 1/5^{ème} des superficies.

Photo 7 : Avant la fixation des dunes côtières (Sénégal)

❑ Situation après les aménagements



La bande de *filao* a permis à travers la fixation des dunes de protéger les cuvettes maraîchères, de créer des conditions plus propices aux activités économique (agriculture), de sécuriser le cadre de vie avec l'implantation définitive des populations (constructions en dur).

Photo 8 : Après la fixation des dunes cotières (Sénégal)

La bande de *filao* a aussi fortement contribué à l'essor des activités maraîchères tout en la diversifiant par le développement de l'arboriculture fruitière. Il convient en effet de rappeler que la production maraîchère est l'activité socio-économique de base dans la zone des Niayes. En effet, avec la raréfaction des ressources maritimes, le maraîchage a été la principale option de sortie de crise des exploitations de la zone. Celles qui disposent de superficies agricoles importantes ont pu ainsi développer des stratégies alternatives et diversifier leurs revenus pour faire face à la crise.

Conclusion partielle sur l'impact des investissements GRN sur la production maraichères

La forte croissance de la production des cultures maraichères a eu des impacts positifs sur les revenus monétaires des agriculteurs, a fixé une partie de la population dans les villages qui serait autrement parti en exode. Il est évident que la production des cultures maraichères a aussi eu un impact positif sur la nutrition, car la partie non-vendue de la production est consommée localement.

5. « Plus de gens, plus d'arbres » : développement des systèmes agro-forestiers au Sahel

Les équipes de chercheurs dans les 4 pays ont observé une dynamique dans la végétation qui a surpris et qui contredit l'image véhiculée par l'opinion publique à savoir, à savoir celle d'une zone en perpétuel dégradation et ce malgré les investissements colossaux. Si à l'échelle régionale le phénomène de la dégradation se poursuit malheureusement, localement et là où des investissements en GRN ont été consentis, on peut affirmer que la tendance est renversée et même que l'environnement s'est amélioré.

Au cours de leurs travaux, les chercheurs des équipes ont en effet constaté que dans beaucoup de régions au Sahel et surtout dans des régions à fortes densités de population, les formations naturelles ont largement disparu, mais en revanche, il y a eu un développement significatif des systèmes agro-forestiers. Tel est le cas par exemple dans les régions de Zinder et de Maradi au Niger, mais aussi sur la partie Nord du Plateau Central du Burkina Faso, dans la plaine du Gondo au Mali, qui est située entre le Plateau Dogon et la frontière avec le Burkina Faso. Les impacts sont moins impressionnants au Sénégal en termes d'échelles, le développement des parcs agro forestiers a aussi été constaté dans les deux villages étudiés dans le bassin arachidier du Sénégal.

Au Niger le développement des systèmes agro-forestiers est le plus spectaculaire. La comparaison des photos aériennes de 1975 avec des images satellitaires de haute résolution de 2005 pour les mêmes villages montre une forte augmentation des densités d'arbres dans les champs. Dans beaucoup de cas il y a 15 à 20 fois plus d'arbres en 2005 qu'en 1975. L'échelle de ce reverdissement est évaluée à au moins 5 millions hectares. *Il s'agit de la plus grande transformation de l'environnement au Sahel, sinon en Afrique*⁶.

⁶ C'est une surprise inattendue que l'Etude Sahel a produit. La révélation de ce reverdissement à échelle spectaculaire par les paysans a contribué à un changement de la perception des dynamiques dans certaines régions au Sahel.

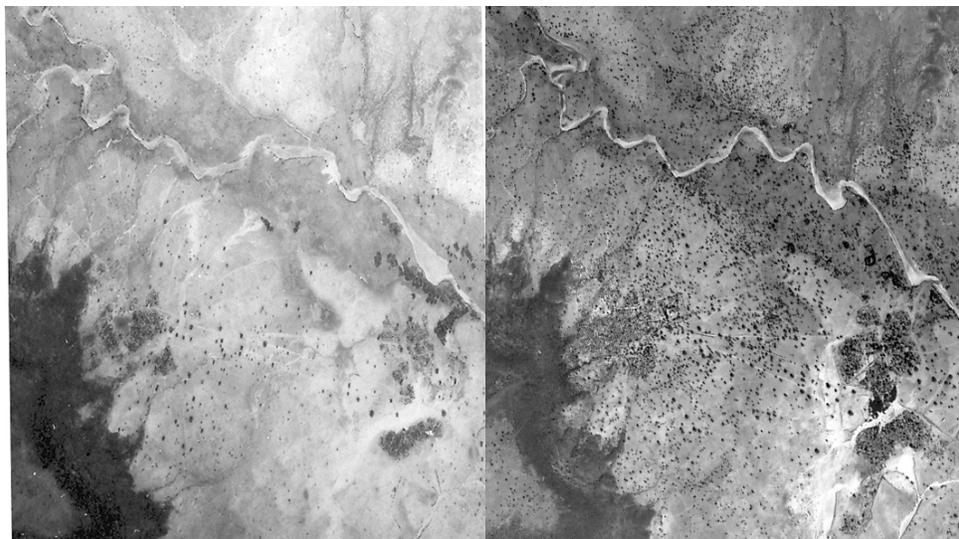


Photo 9 : Le village de Galma au Niger en 1975 (à gauche) et en 2003 (à droite). : Les points noirs sont de grands arbres et il est évident que leur nombre a fortement augmenté

La densité d'arbres à l'hectare (toutes espèces et diamètre confondue) varie de 20 à 120 arbres/ha. En utilisant une moyenne de 40 nouveaux arbres à l'hectare, il s'agit de 200 millions d'arbres nouveaux de tout âge qui ont été régénérés.

D'autres études ont également fait le même constat de reverdissement dans certaines zones. Par exemple, le rapport de synthèse sur les évolutions à long terme dans le Département de Maradi 1960 – 2000 mentionne que les observations que les superficies occupées par les forêts naturelles diminuent sans cesse, mais que la densité des ligneux sur les terres agricoles est actuellement en pleine croissance (Mortimore et al. 2001 : 45).

Olsson et al, 2008 à partir de l'interprétation de NDVI sur la période 1983-99 aboutit aux mêmes conclusions d'un reverdissement du Sahel.

Mais aucune étude n'avait remarqué l'échelle de la construction des parcs agroforestiers par les agriculteurs. La comparaison des photos aériennes et des images satellitaires en combinaison avec plusieurs visites de terrain (« groundtruthing ») a permis de déterminer l'échelle de cette transformation.

Il est important de souligner qu'il ne s'agit pas d'arbres plantés, mais plutôt la régénération naturelle que les paysans protègent systématiquement sur leurs champs. Dans le cadre de cette étude une première exploration du phénomène de la RNA a été faite en juin 2006 dans les 3M (les trois départements de Magaria, Mirriah et Matameye) de la Région de Zinder (Larwanou, et al., 2006). La RNA dans cette région est un phénomène presque généralisé ; les producteurs y ont construits des parcs agro-forestiers sur environ 1 million d'hectares. Ces parcs sont fortement dominés par *Faidherbia albida* avec des densités qui varient souvent de 20 à 120 pieds/hectare. Il est surprenant de constater que jusqu'au 2006 aucune publication n'avait signalé ce reverdissement à grande échelle dans cette zone.

Le reverdissement du Sahel et l'évolution de la pluviométrie

Après les années 1970 et 1980 marquées par une pluviométrie en deçà des normales, les pays sahéliens ont enregistré à partir des années 90, une légère reprise de la pluviométrie. Alors, la question logique qui en découle et qui du reste est souvent avancée pour contrecarrer le constat du reverdissement du Sahel est la suivante : “ les années de bonne pluviométrie qui se sont succédées au cours de la décennie 90, n'auraient-elle pas suffi à faire reverdir le Sahel ?”

La reprise de la pluviométrie a certes eu un impact favorable sur la régénération du couvert végétal. Mais, elle seule ne peut expliquer ce reverdissement quelque fois contre nature dans certaines régions du Sahel et notamment dans les zones à forte densité de population. Le facteur humain et notamment les changements profonds dans la gestion de l'arbre, semblent avoir été le facteur le plus décisif

Hermann, et al. (2005) l'ont illustré en utilisant des images satellitaires pour analyser l'évolution de la végétation au Sahel en relation avec la pluviométrie. Dans leur étude, ils ont comparé la végétation au vu du niveau de pluviométrie, et ont fait le constat suivant : Dans le Nord de Nigeria, la végétation ne correspond pas au niveau de la pluviométrie ; elle est moins développée que ce qu'elle aurait dû être. Au contraire au Niger, la végétation dans les régions de Tahoua et de Maradi est au dessus de ce à quoi on aurait pu s'attendre sur la base de la pluviométrie.

Les images satellitaires prises sur Google earth en 2005 qui montrent un net contraste entre des terroirs situés de part et d'autre de la frontière Niger-Nigeria, renforce cette thèse.

La même conclusion est tirée par Olson et al, 2008, qui dans son étude a confronté les relevés pluviométriques de 40 stations à travers le Sahel qui montrent une tendance au reverdissement. Il a montré que le NDVI augmentait pendant que la pluviométrie enregistrée baissait. Il en conclut que le reverdissement dans certaines régions du Sahel, ne pourrait pas s'expliquer par la reprise de la pluviométrie.

Il semble donc indéniable et nous devons admettre que la reprise de la pluviométrie a certainement aidé, mais ce qui a été déterminant dans ce reverdissement, ce sont les actions de GRN entreprises çà et là à travers le Sahel.

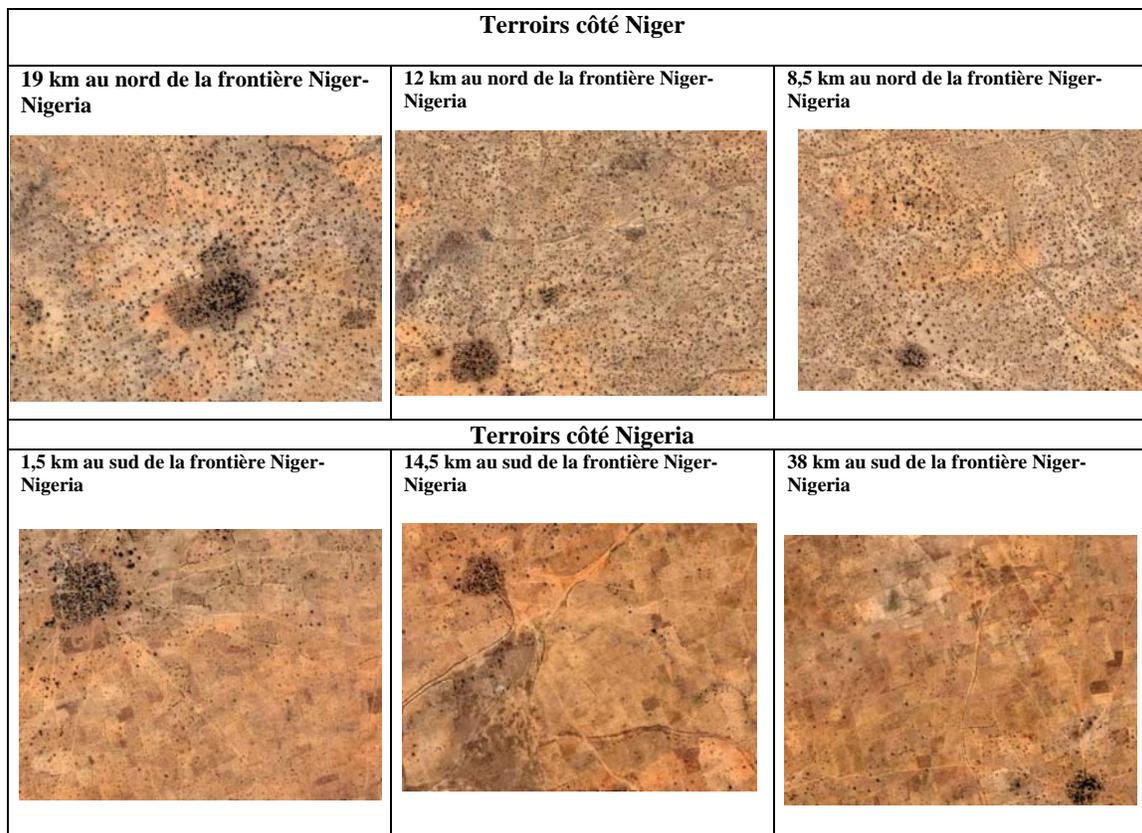


Figure 2 : Vue comparative de trois terroirs de part et d'autre de la frontière Niger-Nigeria

Source : Google earth 2005

Qu'est ce qui a incité les paysans de protéger la régénération naturelle sur leurs champs ?

Lors de cette enquête dans la Région de Zinder en 2006, les agriculteurs ont indiqué plusieurs raisons.

1. La crise écologique : il fallait lutter contre le Sahara

On ne peut pas dire qu'il y a une seule raison qui a incité les paysans à investir à grande échelle dans la protection et la gestion des arbres sur leurs champs, mais presque tous les paysans que nous avons rencontré dans les 3M ont parlé de la crise écologique des années 70 et 80. Dans leurs discours ils ont souvent utilisé le mot Sahara, ce qui est pour eux synonyme de vents forts, qui n'étaient plus freinés par les arbres et ces vents forts déplaçaient des quantités de sable et de poussière. Le sable rasait les jeunes plants de mil et de sorgho et il fallait souvent semer trois fois avant de réussir. Face à cette crise, la population a décidé de réagir. Les grandes sécheresses des années 70 et 80 sont ancrées dans la mémoire des paysans sahéliens en général et nigériens en particulier. Au lendemain de ces sécheresses, le potentiel productif était complètement affaibli par la baisse de la fertilité des sols et la mort de milliers d'arbres et d'animaux. Cela a aussi provoqué un appauvrissement des sols de culture. En termes économiques les sécheresses entraînaient une forte décapitalisation et faisaient basculer beaucoup de familles dans la pauvreté.

2. La croissance démographique a induit un processus d'intensification agricole

La région sud Zinder (Matamèye, Magaria et Mirriah) fait partie des zones les plus peuplées du Niger avec des densités de plus de 100 hbts/km². L'augmentation rapide de la population a entraîné dès le début du 20^{ème} siècle une colonisation des terres disponibles ayant conduit à une rapide saturation foncière. Cette extension des superficies cultivées (c'est la stratégie la plus utilisée par les paysans pour augmenter la production agricole) a eu pour conséquence la disparition progressive des espaces pastoraux et des massifs forestiers. Il est probable que pendant une certaine période, l'extensification a permis de faire face aux besoins alimentaires des populations. Mais les effets conjugués de la crise écologique, de la pression démographique et l'appauvrissement des sols ont contraint les paysans à une intensification agricole. N'ayant plus la possibilité de pratiquer l'extensification et la jachère, les paysans ont été obligés d'augmenter les rendements par unité de surface. C'est ce qui a conduit les paysans à mettre en place de nouveaux systèmes de production basés sur une intégration plantes- ligneux – animaux. Dans cette association, les arbres fertilisants occupent une place centrale. L'arbre joue ainsi un rôle qui va au-delà de la simple production de bois et tient une place essentielle dans les stratégies que les agriculteurs adoptent pour diversifier leur alimentation et pour répondre aux aléas climatiques. L'arbre est donc un élément fondamental des systèmes de production au Sahel (Raynaut et al, 1997).

La pression démographique a joué un rôle important dans l'intensification agricole et on constate dans les 3M que les densités de *Faidherbia albida* (*gao*) sont très élevées dans les zones ayant les plus fortes densités de population. Ce constat est aussi valable dans d'autres régions du Niger où les zones les plus peuplées sont celles où la végétation des parcs est la plus dense. En même temps il y a aussi une conscience que la forte croissance démographique menace les acquis. Dans presque tous les entretiens, les producteurs ont souligné qu'ils produisent plus qu'il y a 20 ans, mais ils ont aussi plus de bouches à nourrir, ce qui dilue les gains.

3. *L'appropriation des arbres par les paysans*

En 1985 les arbres étaient considérés comme la propriété de l'Etat et cela n'incitait pas les paysans à une bonne protection et gestion de cette ressource. Toutefois, depuis 1985 il y a une évolution dans la perception des paysans concernant la propriété des arbres sur leurs champs. De plus en plus ils se considèrent *de facto* propriétaire des arbres qu'ils ont entretenu sur leurs champs. Il est à signaler que le code forestier de 2004 ne reconnaît pas encore les droits des paysans aux arbres.

4. *Les interventions extérieures*

Dans quelques régions le processus de la RNA a été catalysé par des interventions extérieures. Par exemple, dans la Région de Maradi l'ONG Serving-in-Mission (SIM) y a beaucoup contribué. L'ONG offrait des vivres aux paysans pendant les années de sécheresse de 1984 et 1985. Les paysans devaient, en contrepartie, protéger la régénération spontanée sur leurs champs de culture. Ils l'ont fait à grande échelle. Toutefois, après l'arrêt de l'aide alimentaire en année de bonne pluviométrie 50%, quelques paysans ont coupé les arbres qu'ils avaient protégés. Mais ils l'ont vite regretté, car les paysans qui avaient continué à protéger et à gérer les arbres y ont tiré des bénéfices multiples.

5. Un effet « tâche d'huile » à la suite du constat des impacts multiples de la RNA a contribué à une diffusion spontanée « effet tâche d'huile »

Une fois que les paysans ont constaté les bénéfices tirés d'une RNA réussie et notamment la disponibilité de bois de chauffe, de fourrage, des fruits et l'impact sur les rendements agricoles, la technique s'est diffusée de façon spontanée. Beaucoup de paysans n'ont pas hésité à suivre le bon exemple du voisin ou ailleurs. Il y'a bien sur certains villages qui n'ont pas suivi ce bon exemple. En effet, la protection et la gestion de la RNA exige une organisation villageoise et une bonne cohésion sociale dans le village. Les villages avoisinants qui ne pratiquent pas la RNA n'ont pas besoin de sensibilisation, car ils connaissent tous les bénéfices, mais ils ont souvent besoin d'un appui dans la gestion des conflits internes, qui freinent les gens à s'organiser et à s'engager.

Burkina Faso : la réhabilitation des terres dégradées a favorisé la RNA

Au Niger, le processus de reverdissement a surtout eu lieu dans les régions ayant une forte densité de population et des sols sableux, car ces sols facilitent la régénération. Sur le Plateau Central du Burkina Faso, la RNA s'est surtout produit dans des régions avec de fortes densités de population ayant des sols latéritiques, qui étaient fortement dégradées et dénudées, mais qui ont été réhabilitées à l'aide des techniques de collecte des eaux de ruissellement (cordons pierreux, zaï, demi-lunes). La réhabilitation des terres dégradées a ameubli les sols et a stimulé l'infiltration de l'eau, ce qui permet aux racines de se développer. Ces techniques de la CES ont concerné environ 300.000 ha (Ouedraogo, 2005), ce qui permet de dire que l'échelle de la RNA est du même ordre. Ceci ne veut pas dire qu'il n'y a pas de la RNA sur des terres cultivées non-aménagées, mais la RNA est plus importante sur les champs aménagés.



Photo 10 : Avant le début des aménagements en 1984/85 ces champs étaient dénudés

Mali : la RNA sur la plaine du Gondo et les plantations d'Eucalyptus dans la vallée du Yamé

L'étude au Mali a révélé la présence d'un processus de RNA sur le Plateau Dogon, mais encore plus sur les sols sableux de la plaine du Gondo entre la falaise du Plateau Dogon et la frontière avec le Burkina Faso. Dans la plaine du Gondo (entre la falaise et la ville de Bankass), l'échelle de la RNA n'est pas encore connue, mais sans doute importante. Sur une distance d'environ 60 km, entre la falaise et la ville de Bankass, la piste traverse des champs presque continue où la RNA est relativement jeune et assez dense.



Photo 11 : Les agriculteurs de la région de Bankass (Mali) ont commencé à protéger la régénération spontanée surtout après 1994

Comment expliquer ce phénomène assez récent dans la région de Bankass? En 1994, le Mali a adopté une nouvelle législation foncière, qui a reconnu que le Service Forestier est responsable pour la gestion des formations naturelles et que les paysans sont propriétaires des arbres dans les champs. L'ONG SOS Sahel UK a expliqué le contenu de la législation forestière sur le radio de Bankass et les paysans en ont tiré la conclusion qu'ils pouvaient refuser l'accès aux bûcherons qui venaient, munis d'un permis du Service Forestier, couper les arbres et même dans les champs. Dès ce moment ils se sont opposés à l'exploitation par ces bûcherons des arbres dans les champs.

Cela a permis le début de la régénération. Le tableau 2 montre que sur presque 500 unités de productions interviewées dans 4 villages 69% pratiquent la RNA.

Tableau 3 : Taux de pratique de la technique de RNA dans la région de Bankass (493 UPA)

Villages	UPA qui pratiquent RNA				UPA qui ne pratiquent pas				Total nombre d'UPA
	Nanties	Démunies	Total	Taux d'adoption %	Nanties	Démunies	Total	% ne pratique pas	
Endé	78	54	132	86%	9	13	22	14%	154
Kourou dé	12	28	40	54%	12	22	34	46%	74
Wol	75	156	231	100%	0	0	0	0 %	231
Walia	3	10	13	38%	9	12	21	62%	34
Totaux	168	248	416	84%	30	47	77	16%	493
Moyenne des taux des 4 villages				69%				31%	

NB : il été procédé à un recensement systématique de toutes les UPA dans les 4 villages échantillonnés et demandé celles qui pratiquent/ne pratiquent pas la RNA

Source : SahelECO (2008)

Sénégal : la RNA et le développement des plantations d'anacardier dans le bassin arachidier

Dans les villages étudiés dans le bassin arachidier, il y a eu une forte augmentation des superficies de parcs arborés notamment pour la strate 15-20 % avec la mise en place des aménagements CES. Les plantations d'anacarde se sont beaucoup développées après les aménagements contribuant ainsi à une structuration de la filière avec une très forte implication des femmes dans la collecte et la commercialisation des pommes et des noix. Les quantités de pomme commercialisées par ménage sont passées en moyenne de 15 000 kg en 2002 à près de 35 000 kg en 2004 procurant des revenus moyens annuels variant de 400 000 à 800 000 F CFA .A part les noix et les pommes, d'autres produits sont obtenus notamment le bois de chauffe et de service qui procure d'importants revenus aux populations.

Les revenus tirés de la vente des sous produits de l'anacarde sont de loin supérieurs à ceux de l'agriculture. Pour la majorité des femmes (75%), la vente des noix et pommes constitue la principale source de revenu. Au cours de ces dernières années, 72% des personnes enquêtées jugent que leurs revenus ont augmenté contre 25% qui ont déclaré que leur revenu s'est réduit.

Pour résumer les changements qui ont eu lieu après les aménagements :

- il y a eu une forte atténuation de l'érosion éolienne grâce aux embocagements (*E. balsamifera* et *A. occidentale*) et restauration de la couverture arborée et des pâturages (voir les photos aériennes de Keur Magueye en 1979 et en 2007)



Keur Magueye 1979

Keur Magueye 2007



Photo 12 et Photo 13 : Le village de Keur Magueye en 1979 et en 2007

- l'amélioration de la couverture ligneuse et herbacée a eu des effets positifs sur les rendements agricoles en restaurant la capacité productive des sols et a permis par ailleurs de disposer des produits forestiers non ligneux et d'améliorer la capacité de charge des pâturages;
- l'augmentation des revenus a permis aux populations de recourir de nouveau à la fumure minérale qui était de plus en plus délaissée faute d'avoir les moyens de s'en approvisionner ;
- la disponibilité accrue de bois de chauffe (élagage de *A. occidentale*) a permis de supprimer cette corvée pénible et de bois de service (plantations de *E. camaldulensis* et *A. occidentale*);
- la disponibilité de pommes et noix de cajou en grandes quantités a permis la création d'une nouvelle filière commerciale qui a un impact certain sur l'économie locale (augmentation des revenus monétaires) au-delà de toute prévision. A ce propos, il est remarquable de souligner l'abandon progressif des spéculations agricoles traditionnelles (mil, arachide) au profit de l'anacarde qui est devenue la culture principale dans ces villages et les villages environnants. En effet, les champs traditionnels sont systématiquement transformés en champs d'anacardes en association avec le niébé et parfois le manioc.

6. Impact des investissements dans la GRN dans le secteur de l'élevage

Les résultats des études aussi bien au Niger qu'au Burkina Faso montrent que le secteur de l'élevage a beaucoup bénéficié des actions d'aménagement et de restauration des terres. Cela s'est ressenti sur une amélioration de la disponibilité fourragère, une amélioration de la productivité de l'élevage, sur la conduite des troupeaux et sur l'éleveur.

Les agro-éleveurs et éleveurs, affirment en majorité que la réalisation des ouvrages antiérosifs se traduit par une amélioration de la quantité et de la qualité des pâturages naturels grâce aux ensemencements des aires de pâturages récupérées et une plus grande disponibilité des résidus de récoltes (tiges de mil, de sorgho, fanes de niébé et d'arachide).

Sur les parcours naturels au Niger, la production de biomasse a passé quasiment nulle avant les aménagements à plus de 600 kg de matière sèche par hectare de terre récupérée après les aménagements. Les travaux de recherche effectués par Kessler et al., (1998), Hien (1995), Kiema et al. (2006) ont montré que les mesures de conservation des eaux et des sols induisent une amélioration significative du couvert végétal. L'amplitude de cette amélioration atteint plus de 200%.

Les travaux des chercheurs au Burkina Faso ont montré que les investissements en GRN ont permis d'augmenter significativement la disponibilité des résidus de cultures (notamment les céréales) au champ. Les quantités totales de fourrages stockées sont estimées à 3,84 t pour les unités de production avec aménagements et 2,87 t pour les unités de production sans aménagements

Globalement, les populations reconnaissent une nette amélioration de la diversité de la flore herbacée et ligneuse après les aménagements. Beaucoup d'espèces disparues ont naturellement réapparu suite aux aménagements. Les graminées pérennes (ou vivaces") prennent de plus en plus de l'ampleur grâce aux aménagements et sont mêmes entretenues dans les champs sous forme de cultures à cause de leur valeur économique et sociale. C'est le cas de l'*Andropogon gayanus* utilisée pour végétaliser les cordons pierreux et qui par la suite colonisent tous le champ. Cette graminée pérenne à de multiples usages et notamment dans l'artisanat et fait l'objet d'un commerce florissant.

Sur certaines terres récupérées au Niger, le retour d'espèces herbacées graminéennes en particulier *Eragrostis tremula* est très appréciable à différents niveaux. Cette espèce a une grande valeur fourragère, mais est aussi consommées ou commercialisées par les populations locales. Elle joue ainsi un important rôle dans les économies familiales locales.

L'amélioration de la couverture ligneuse grâce à la régénération des ligneux contribue à l'amélioration en fourrage de qualité pendant la saison sèche. Les feuilles et gousses de certaines espèces telles que le *Piliostigma*, le *Faidherbia albida* ont une grande valeur nutritive. Les fruits du *Faidherbia albida* sont même très commercialisés.

Pour les éleveurs transhumants, les effets bénéfiques des aménagements se situent surtout sur la fonctionnalité des anciens axes de transhumance qui avaient été délaissés par manque d'eau et de pâturages importants. Ce qui leur permet de se maintenir le plus longtemps possible à l'écart des zones de cultures en attendant la fin des récoltes, et donc ce qui réduit sensiblement les conflits avec les agriculteurs.

Des données chiffrées sur l'impact des aménagements GRN sur l'amélioration de la productivité du bétail (productivité numérique ou pondérale, les taux d'exploitation, la production laitière) n'ont pas été collectées dans le cadre de l'Etude Sahel. Il se dégage à l'unanimité des acteurs consultés, que la disponibilité des fourrages et les recharges locales de la nappe phréatique grâce aux travaux de restauration des terres dégradées et (RNA), ont amélioré globalement la productivité des troupeaux : moins de pertes énergétiques donc de poids à travers de longs déplacements, meilleur état des animaux en saison sèche

Au Mali, malgré les changements climatiques et la réduction du couvert végétal, les résultats de l'étude montrent que le secteur de l'élevage connaît une bonne croissance aussi bien dans la région nord que sud soudanienne. Les effectifs bovins auraient ainsi triplé dans la région nord soudanienne au cours de ces trois dernières décennies. Pour faire face à la pénurie de fourrage les populations ont développé d'autres alternatives tels que l'aménagement de zones sylvo-pastorales rendues possibles du fait des conventions locales, les cultures fourragères et le stockage des résidus.

L'action des services d'encadrement étatiques et les projets et programmes intégrés comme l'Opération pour le Développement de l'Élevage dans la Région de Mopti (ODEM), le Programme national de Vulgarisation Agricole, le projet Aménagement Agro-pastoral (PAAP) et la Cellule Aménagement de terroirs et Gestion des ressources naturelles (CAT/GRN) ont été déterminants pour cette évolution positive de l'élevage dans ces régions.

Les aménagements ont également eu de nombreuses retombées sociales en lien avec l'amélioration des revenus des agro-éleveurs et des agriculteurs. Certains producteurs se sont spécialisés dans le commerce de fourrage grâce à la plus disponibilité des fourrages dans les zones aménagées. En outre, la disponibilité accrue de fourrages a permis de développer davantage les pratiques d'embouche bovine et ovine par les jeunes et les femmes dans les différents villages de Tahoua

Au Niger, les travaux d'aménagements ont beaucoup bénéficiés aux femmes et notamment à travers l'amélioration de leurs activités d'élevage. En effet, les revenus tirés de leur participation aux travaux de récupération de terres sous forme de « food for work » ont été investis dans l'achat de petits ruminants et notamment les chèvres. *Les femmes sont devenues de plus riches en terme de possession des animaux en particulier les petits ruminants (caprins et ovins).*

Il convient tout de même de signaler quelques revers constatés au Niger. La restauration des espaces communautaires a entraîné des changements dans les modes d'accès aux aires aménagées, toutefois compensé par les effets positifs de l'augmentation du disponible fourragers. La monétarisation systématique des résidus agricoles dans certains terroirs du Niger, amène les producteurs à dénuder complètement leur champs, les exposant à l'érosion éolienne.

7. Impact des technologies GRN sur l'amélioration de la sécurité alimentaire au Sahel

Les pays sahéliens font face à une insécurité alimentaire chronique résultant de la conjugaison de plusieurs facteurs. De conjoncturelle, les crises ont tendance à devenir structurelle. Pour illustrer l'ampleur de la problématique de la sécurité alimentaire au Sahel, la FAO avance les statistiques suivantes : environ 30% des sahéliens connaissent encore les affres de la faim et 20% des enfants de moins de 5 ans souffrent de la malnutrition. En milieu rural, où se concentre la majorité des pauvres, cette situation s'explique amplement par l'insuffisance de la production familiale destinée à l'autoconsommation. En milieu urbain, l'ampleur du chômage et du sous-emploi ne permet pas aux ménages de disposer des ressources suffisantes leur permettant d'accéder aux marchés alimentaires et ne surtout pas quand les prix des céréales sont élevés.

Il est admis que plusieurs facteurs conditionnent la sécurité alimentaire. L'analyse qui est effectuée dans le cadre de cette synthèse est placée sous l'angle de l'augmentation de l'offre alimentaire à partir de l'accroissement de la production agricole.

L'investissement dans les techniques de conservation des eaux et des sols : clef de la nouvelle révolution verte au Sahel ?

Les techniques de conservation des eaux et des sols ont montré leur efficacité quant à l'amélioration des rendements et l'augmentation de la production agricole. D'une production quasi nulle sur des terres jadis improductives, la réhabilitation/restauration des mêmes terres

permet de produire de 400 kg à 1500 kg/ha de céréales selon la pluviométrie et les techniques de gestion de la fertilité appliquées (Hassane *et al.* 2000).

Le résultat des enquêtes conduites en 2005-2006 au Niger ont montré que 70% des personnes interrogées dans les villages avec investissements dans la GRN ont reconnu qu'une qu'il y a eu une amélioration de la sécurité alimentaire contre seulement 1% dans les villages témoins.

A partir de différentes sources, dont les résultats de l'Etude Sahel, nous avons évalué au Burkina Faso qu'un hectare aménagé en cordons pierreux couplés à des actions de fertilisation organique génère un surplus moyen de 200 kg/ha soit la ration nécessaire à une personne pour une année entière. Ramené aux surfaces de terres dégradées et non aménagées estimées à moins 500 000 ha sur le plateau Central (Terra-Verde), ces chiffres pourraient donner des résultats considérables en termes de surplus de production et de sécurité alimentaire.

Une synthèse de quelques études qui ont évalué des techniques de conservation de l'eau et des sols est présentée dans le tableau 3 et la figure 1 ci après.

Plusieurs projets et programmes intervenu sur le Plateau Central du Burkina Faso ont fait des efforts pour mesurer les impacts des aménagements de CES sur les rendements agricoles. Pour toutes les techniques, les impacts mesurés sont très variables. Selon les techniques et les combinaisons des techniques les chiffres varient de + 13 % à + 100% ou même plus (tableau 4). Même si les itinéraires techniques appliqués ne sont souvent pas connus avec exactitude, une des leçons qui peut être néanmoins tirées est que la différence de production entre champs aménagés et non-aménagés est plus significative en année de mauvaise ou médiocre pluviométrie, qu'en année de bonne pluviométrie.

Tableau 4 : **Impacts des techniques de CES sur les rendements agricoles**

Lieu	Gains en rendement / témoin	Source	Commentaires
Burkina Faso, provinces du Bam, Kourwéogo et Oubritenga	+13% (mil grain) +39% (mil paille) +34% (sorgho grain) +44% (sorgho paille)	PATECORE (2005)	Moyenne des années 1999, 2000 et 2005 sur près de 200 parcelles avec témoins Cordons pierreux + fumure réduite
Burkina Faso, province de la Passoré	+73% (grain) si bonne pluie +109% (grain) si déficit pluie	ZOUGMORE & ZIDA (2000)	Cordons pierreux + apport de fumier optimal
Burkina Faso, province du Bam	+53% (mil) +50% (sorgho)	REIJ & SMALING (2008)	Rendements moyens de 1984 à 2000 sur zones de cordons p.
Niger, région de Tahoua	+71% – +78% (mil)	Hassane, et al (2000)	Zaï (71%) et demi-lunes (78%) en comparaison avec la moyenne sous-préfecture Illéla
Niger, région de Tahoua	600 kg de fourrage / ha	CRESA (2006)	Banquettes et cordons pierreux.

L'augmentation de la production céréalière sécurise et améliore la sécurité alimentaire des ménages. Cette perception est générale dans les villages au Niger où des interventions GRN ont eu lieu. Toutefois, les comportements des paysans vis-à-vis du marché, pourrait surprendre. En effet, l'étude au Burkina Faso montre que les agriculteurs dans les villages avec beaucoup

d'aménagements ont achetés presque les mêmes quantités de céréales au marché que les agriculteurs dans les villages avec peu d'aménagements. Dans les villages avec beaucoup d'aménagements l'achat de céréales s'est élevé à 26 kg en moyenne par personne et dans les villages faiblement aménagés les achats étaient de 38 kg par personne. Comment expliquer que les gains de rendements agricoles ne se sont apparemment pas traduits en 2007 dans une plus grande sécurité alimentaire ? L'étude au Burkina Faso a été réalisée en 2007, année de mauvaise récolte. Une explication pourrait être qu'en année de mauvaise récolte chaque paysan achète des céréales au marché, même ceux qui ont un stock de sécurité important⁷.

8. Impacts des actions de GRN sur la biodiversité

Dans les régions étudiées au Niger (Tillabéri, Tahoua, Maradi et Zinder), les derniers vestiges des formations naturelles ont disparu dans les années 1970 et 1980 sous l'effet de l'augmentation de la population et de la sécheresse. Ce constat a également été fait dans les trois autres pays étudiés (Burkina Faso, Mali et Sénégal) où les besoins croissants en terres cultivables ont été satisfaits en défrichant les rares formations naturelles. Au cours de ces défrichements, seules les espèces utilitaires telles que le néré, le karité, le tamarin etc. ont été épargnées. Le nombre d'individus et la diversité des espèces ligneuses dans les champs ont aussi fortement diminué dans les années 1970 et 1980. Mais depuis le milieu des années 1980 le nombre d'arbres sur les champs commence à augmenter. Il n'est pas possible d'attribuer ce phénomène à une seule cause, mais il est évident que les populations rurales avaient peu de choix. Les formations naturelles qui fournissent l'énergie et bien d'autres services n'existant plus, il fallait créer une autre source d'approvisionnement. La seule possibilité ne résidait que sur les champs. Ces processus de reverdissement des champs ont dans bien des cas été déclenchés par des interventions extérieures (promotion de la RNA, investissements dans la conservation de l'eau et du sol), mais ensuite appropriés par la population.

Le nombre d'arbres sur les champs augmente et s'accompagne aussi par un changement dans la composition d'espèces dans les parcs agroforestiers. Dans certaines régions comme celle de Zinder au Niger, les parcs sont dominés surtout par *Faidherbia albida*. Cette espèce permet d'améliorer la fertilité des sols et est une source importante de fourrage. Dans la région de Bankass (Mali), on constate aussi une protection systématique de cette espèce. Ce constat a également été fait dans les villages étudiés dans le bassin arachidier du Sénégal, où on constate un début de rajeunissement du vieux parc.

Il y a eu aussi des initiatives paysannes dans les villages pour augmenter la biodiversité. Dans le village de Dan Saga (Région de Maradi, Niger) les villageois ont commencé à réintroduire des espèces qui avaient disparu dans les années 1970.

Dans 6 villages étudiés en 2007 dans les Régions de Maradi et de Zinder au Niger, la densité moyenne des ligneux variait de 60 à 360 pieds/ha.

On constate que la densité des arbres augmente au fur et à mesure qu'on s'éloigne du village. Bien que moins arrosés, les terroirs de Dan Saga et Dogarawa (Nord d'Aguié) présentent une plus forte densité ligneuse (82 pieds/ha en moyenne) que ceux de Elguéza et Yadagamo, situés dans le Sud d'Aguié (60 pieds/ha). Ce paradoxe pourrait résulter du comportement de la population dans

⁷ Il y a des cas d'agriculteurs qui ont un stock de sécurité de 1 à 3 ans, qui achètent de céréales au marché en année de mauvaise récolte, afin de ne pas se distinguer d'autres agriculteurs.

la gestion des ligneux et aussi de l'ancienneté de la pratique de la RNA. En effet, les paysans du Nord d'Aguié, précisément à Dan Saga expliquent qu'ils sont les initiateurs de la pratique de la RNA. Ils se sont organisés pour entretenir et protéger les quelques espèces ligneuses du terroir. Ce qui explique la forte densité ligneuse actuellement constatée. Par ailleurs, une très forte densité des ligneux est observée dans le département de Magaria (jusqu'à 458 pieds/ha à Gaounawa et jusqu'à 428 pieds/ha à Ara Sofoua). Cela s'explique non seulement par des conditions climatiques plus favorables, mais aussi par l'intérêt des populations à préserver les arbres sur leurs champs.

Tableau 5 : La densité moyenne des ligneux et les espèces dominantes en fonction des villages.

Villages	Densité moyenne des ligneux (pieds/ha)				Espèces dominantes dans l'ordre décroissant de densité
	1 ^{ère}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	Densité moyenne	
Dan Saga Nord Aguié	auréole 50	auréole 68	auréoles 103	74	<i>Combretum glutinosum</i> ; <i>Piliostigma reticulatum</i> ; <i>Guiera senegalensis</i> et <i>Faidherbia albida</i>
Dogarawa Nord Aguié	55	78	113	82	<i>Combretum glutinosum</i> ; <i>Piliostigma reticulatum</i> ; <i>Guiera senegalensis</i> et <i>Faidherbia albida</i>
Elguéza Sud Aguié	33	72	73	60	<i>Hyphaene thebaïca</i> ; <i>Prosopis africana</i> ; <i>Piliostigma reticulatum</i> et <i>Faidherbia albida</i>
Yadagamo Sud Aguié	42	91	99	78	<i>Prosopis africana</i> ; <i>Piliostigma reticulatum</i> et <i>Faidherbia albida</i>
Gaounawa Magaria	233	222	458	304	<i>Faidherbia albida</i> ; <i>Annona senegalensis</i> ; <i>Piliostigma reticulatum</i>
Ara Sofoua Magaria	206	445	428	360	<i>Faidherbia albida</i> ; <i>Piliostigma reticulatum</i> ; <i>Hyphaene thebaïca</i>

Source : Larwanou et Toudou (2008)

Mais d'une façon générale la densité moyenne des arbres est très élevée : de 74 à 360 pieds à l'ha. Le nombre de pieds à l'hectare du *Faidherbia albida* atteint quelque fois 136 pieds / ha. Cette forte densité s'accompagne également d'une amélioration de biodiversité : 15 à 27 espèces selon les villages. Les espèces les plus fréquentes dans le terroir sont : *Faidherbia albida*, *Piliostigma reticulatum*, *Hyphaene thebaïca* et secondairement *Annona senegalensis*, *Prosopis africana*, *Phoenix dactylifera*, *P. africana*, *Guiera senegalensis*.

La comparaison de ces résultats avec ceux de 1975 du projet PDRI/Z, permet d'affirmer que le couvert ligneux a eu une évolution significativement positive. La densité ligneuse a été améliorée par cinq en comparaison à la situation décrite il y a 33 ans. Cette augmentation du couvert ligneux est à mettre à l'actif des paysans qui ont délibérément adopté la pratique de la RNA.

Il a été aussi constaté que **la densité des ligneux est plus élevée dans les champs des exploitants très vulnérables par rapport aux champs des exploitants moyennement vulnérables et peu vulnérables**. Une explication probable est la faiblesse des revenus chez la classe des paysans très vulnérables, qui les pousse à laisser beaucoup plus d'arbres dans leurs champs, non seulement pour améliorer la fertilité du sol mais aussi et surtout pour vendre le bois issu de la RNA (Larwanou et Toudou, 2008) .

Sur le Plateau Central du Burkina Faso, les aménagements CES ont eu un impact positif sur la reconstitution de la végétation ligneuse et la richesse floristique : 60 espèces recensées sur les

sites avec aménagement contre 41 sur les sites non aménagés. Les individus adultes sont également plus vigoureux (individus à gros diamètre) et leur densité élevées par rapport aux sites non aménagés. Le volume en bois est supérieur dans les sites aménagés (26 m³/ha) que dans les sites non aménagés (14,5 m³/ha).

Les efforts de végétalisation des cordons pierreux rendent plus disponible les graminées pérennes tels que *Andropogon gayanus* (bonne espèce fourragère avec des utilisations variées dans l'artisanat), qui ont complètement disparu dans les zones non aménagées.

La figure 2 montre qu'il y a une grande différence en nombre d'espèces entre le site aménagé et le témoin et aussi entre le nombre d'individus/ha dans le bassin arachidier du Sénégal.

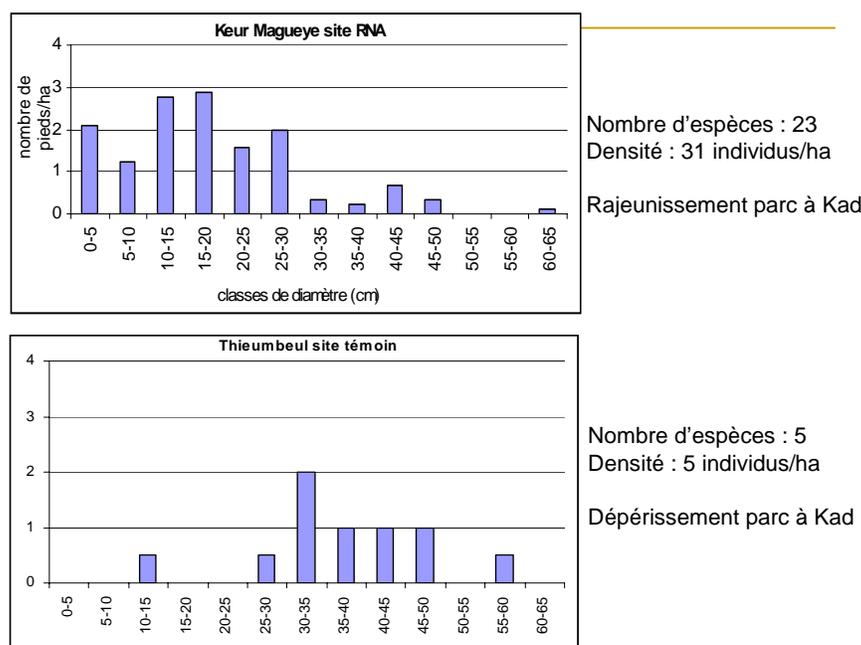


Figure 3 : Densité et diversité de la RNA dans un village avec et sans intervention dans la partie Nord de la zone arachidière (Sénégal)

Source : rapport Etude Sahel Sénégal

9. Les techniques de collecte des eaux de ruissellement et la recharge de la nappe phréatique

Dans le cadre de l'étude nous n'avons pas systématiquement analysé les impacts des techniques de collecte des eaux de ruissellement (zaï, cordons pierreux, demi-lunes et autres) sur le comportement de la nappe phréatique. Cependant, une chose est certaine, lors des enquêtes de terrain nous avons rencontré bien de cas où les villageois avaient une perception sans ambiguïté sur l'impact de ces techniques sur la remonté du niveau d'eau dans leurs puits. Les anecdotes sont nombreuses.

Par exemple, dans le village de Batodi (Département d'Illéla, Niger) le niveau d'eau dans les puits se trouvait à - 18 m en 1994 (après une bonne pluviométrie) et à - 4m en novembre 2004 (après une très mauvaise saison de pluie). Les villageois ont d'abord attribué cette remontée de la nappe à Allah (Dieu), puis après discussion, ils ont reconnu que depuis les ménagements de leurs champs dans les années 1990, l'eau de pluie s'infiltrait mieux et que le ruissellement de surface a beaucoup diminué.

Dans la partie Nord du Plateau Central de Burkina Faso il y a beaucoup d'exemples d'impacts positifs des aménagements sur remontée de la nappe phréatique (Reij et Thiombiano, 2003). Par exemple, dans les villages de Ranawa, Ouattinoma et Rissiam, tous les puits tarissaient au début de la saison sèche (février-mars), mais depuis les aménagements tous les points d'eau ont de l'eau toute l'année. Dans le département d'Oula (province du Yatenga), sur 23 villages, 21 ont fait ce constat d'une évolution positive. Partout les villageois ont souligné que la disponibilité permanente de l'eau grâce à un meilleur rechargement de la nappe.

Cette remontée de la nappe est-elle attribuable à une amélioration de la pluviométrie ou aux aménagements ? Il y a quelques indications que cette remontée est surtout attribuable aux aménagements, car la remontée est surtout constatée dans les puits qui se trouvent à l'intérieur ou immédiatement en aval des aménagements, et non dans les puits qui se trouvent en amont des aménagements. Un autre exemple : dans le village de Rissiam la nappe commençait à remonter immédiatement après le début des aménagements en 1981 et les années suivantes, qui étaient tous caractérisées par une mauvaise pluviométrie.

Quelques conclusions préliminaires

1. Il y a beaucoup d'anecdotes qui nous font croire que dans bien de cas, mais pas partout, que les techniques de GRN ont contribué à une recharge de la nappe phréatique. Malgré une forte augmentation de la population humaine et animale, la disponibilité de l'eau s'est améliorée et dans certains cas la remontée est si importante, que les villageois ont pu faire des jardins maraîchers autour des puits

2. Il serait utile de faire une étude sur les impacts des techniques de GRN sur la recharge de la nappe phréatique. Tant que cette information n'est pas connue pour être intégrées par les économistes en termes monétaires, les impacts économiques des investissements dans la GRN seront toujours sous-estimés.

10. L'impact des actions de GRN et l'adaptation aux changements climatiques

De plus en plus d'ateliers et de conférences sont organisés au Sahel sur le thème du changement climatique. Mais il est important de tenir compte du fait que les agriculteurs et les éleveurs au Sahel ont été confrontés à une chute brutale de la pluviométrie d'environ 200 mm au début des années 1970 et il fallait s'y adapter. La recherche des solutions a surtout commencé autour de 1980 et le début des années 1980 ont été caractérisés par des innovations dans les techniques de la collecte des eaux de ruissellement et par une forte augmentation des investissements dans la réhabilitation des terres dégradées par les partenaires financiers et par les agriculteurs. Si les prévisions pour le Sahel sont une augmentation des températures de 3°C, d'une diminution de la pluviométrie de 20% et une baisse des rendements agricoles de 20% d'ici 2050, il est important de bâtir les stratégies d'adaptation sur les acquis en matière de GRN plutôt que de réinventer la roue.

Quels sont ces acquis au Sahel, qui permettraient aux populations de mieux s'adapter aux changements climatiques ? En d'autres termes quelles y'a-t-il des techniques développées au Sahel qui permettent : (i) d'atténuer les effets de l'augmentation des températures, (ii) d'augmenter et d'améliorer la disponibilité de l'eau pour les populations, les cultures et les animaux, (iii) améliorer la fertilité des sols tout en séquestrant du carbone pour éviter le réchauffement climatique. Comme déjà indiqué dans les chapitres précédents, la réponse à ces questions est sans ambiguïtés. Il y a eu des innovations dans plusieurs domaines, qui ont transformé l'agriculture et l'environnement dans certaines régions. Il s'agit des innovations suivantes :

1. Le développement des systèmes agroforestiers à petite et à grande échelle du fait de la protection et de la gestion de la régénération naturelle spontanée sur les champs. Cette régénération naturelle est synonyme d'ombre et créé des microclimats. Elle a également créé des systèmes de production plus complexes et moins vulnérable aux années de sécheresse. La conclusion s'impose que les arbres constituent un pilier important dans l'adaptation aux changements climatiques dans les régions semi-arides et il est important de tout faire pour augmenter le nombre d'arbres dans les systèmes de production.

Les paysans des Régions de Zinder et de Maradi (Niger) ont remarqué qu'il y a 20 ans les vents forts au début de la saison pluvieuse détruisaient les cultures sur leurs champs et il fallait re-semer trois ou quatre fois pour réussir. Il n'y avait presque plus d'arbres sur leurs champs pour arrêter ce vent, qui déplaçait souvent du sable, qui coupait les cultures comme une lame de rasoir et ensevelissaient les cultures. Une étude dans le Nord du Burkina Faso a montré que la présence de 6 arbres/ha commence déjà a influencé la vitesse des vents. (Leenders, 2006). Le développement des systèmes agro-forestiers avec de fortes densités d'arbres (20 à 80 arbres/ha ou même plus a diminué la vitesse des vents. A présent beaucoup de paysans déclarent fièrement qu'ils ne sèment qu'une seule fois. Les paysans ont ainsi plus de chances de ne pas rater la saison et la période de croissance des cultures est aussi rallongée.

Les arbres, mais aussi les arbustes et les herbes pérennes, ne freinent pas seulement la vitesse des vents. Ils permettent en outre la fixation du sable, et réduisent également la température des sols limitant ainsi l'évaporation et l'évapotranspiration. La diminution de la température et la protection des cultures contre les vents sont bien illustrées par les images ci-dessous.



Photo 14 : La végétation diminue les températures et protège les cultures contre le vent et le sable

2. Le développement d'une petite gamme de techniques de collecte des eaux de ruissellement a permis aux agriculteurs de récolter même en années de mauvaise pluviométrie (faiblesse ou irrégularité).

Dans les conditions les conditions climatiques extrêmes, il n'ya bien sur pas de miracles ! Dans le village de Batodi (Région de Tahoua, Niger) la pluviométrie en 2004 se situait entre 200 et 250 mm seulement et malgré les aménagements les villageois n'ont rien récolté. Cependant, la remontée de la nappe phréatique permettait un groupement de femmes de faire un jardin maraîcher autour d'un puits lors de la saison sèche 2004 – 2005. Les techniques de collecte des eaux de ruissellement avaient fait remonter le niveau d'eau dans les puits d'environ 14 m entre 1994 et 2004



Photo 15 : Photo prise en novembre 2004 après une pluviométrie d'environ 200 mm

3. Depuis le début des années 1980 les agriculteurs ont fait un grand effort pour améliorer la fertilisation de leurs champs. Les parcelles aménagées avec des techniques de CES sont presque tous mieux fertilisés par les agriculteurs afin qu'ils bénéficient au maximum des investissements. Les arbres sur les champs produisent aussi de la litière, qui augmente la matière organique des sols.

Nous avons déjà constaté l'importance que les agriculteurs accordent à la régénération du *Faidherbia albida*. Selon les agriculteurs « un pied de Gao équivaut à une vache en terme d'apport en fertilité ». Pour cette espèce, il a été montré à Dosso au Niger que la biomasse annuelle d'un parc de 40 à 50 arbres / ha restitue au sol 100 kg d'azote, 18 kg de calcium, 20 kg de manganèse et 2 kg de potassium (Bailliez *et al.*, cités par Ounténi., 1993).

Pour s'adapter aux impacts des changements climatiques il est impératif d'augmenter le nombre d'arbres dans les systèmes de production, de recharger davantage la nappe phréatique en introduisant des techniques simples, qui freinent les eaux de ruissellement et qui les forcent de s'infiltrer, et d'améliorer la fertilité des sols. Heureusement il y a au Sahel des acquis importants dans ces domaines.

11. La GRN et la réduction de la pauvreté rurale

Une étude de Irz, et al. 2001, a montré qu'en Afrique, qu'une augmentation de la production agricole de 10% diminue la pauvreté rurale de 6 à 9 %. Au Burkina Faso et Niger, une augmentation des rendements céréaliers au Sahel allant de 20% à 100% a été constatée grâce aux techniques de conservation des eaux et des sols et l'agroforesterie. On peut en déduire que la pauvreté rurale dans les villages ayant bénéficié d'interventions en GRN a dû diminuer depuis le début des aménagements. Les résultats de l'Etude Sahel au Burkina Faso et au Niger confirment cette tendance.

Dans 8 des 12 villages avec interventions GRN étudiés au Niger, les villageois ont la perception que la pauvreté a diminué. Ceci est d'ailleurs aussi le cas dans 2 des 4 villages témoins sans intervention.

Il semble utile de présenter ici les données du Burkina⁸. L'équipe de chercheurs y a procédé à une classification des Unités de Production selon leur niveau de prospérité. Ils se sont basés sur les critères utilisés par les villageois pour caractériser les unités de production selon trois niveaux de prospérité : riche, moyen ou pauvre. Ces critères villageois sont présentés dans le tableau 6 ci-dessous.

Tableau 6 : Principaux dénominateurs communs de prospérité utilisés pour la catégorisation

ZONDOMA/YATENGA		
Riche	Moyen	Pauvre
1. A une bonne production agricole (excédentaire)	1. Arrive à se nourrir 6 à 7 mois après les récoltes	1. Arrive à se nourrir au plus 2 mois après les récoltes
2. Possède beaucoup de bétail (gros et petits ruminants)	2. Possède quelques petits ruminants	2. Ne possède pas d'animaux d'élevage
3. Possède un bon habitat (endure, en tôle)	3. Habitat en toiture de bois (« mako »)	3. Habitat en toiture de paille
4. Possède un bon moyen de déplacement (mobylette, vélo)	4. Possède un bon vélo	4. Ne dispose pas de moyen de déplacement
BAM		
Riche	Moyen	Pauvre
1. Beaucoup de bétail (gros et petits ruminants)	1. Possède quelques petits ruminants	1. Arrive à se nourrir au plus 2 ou 3 mois après les récoltes
2. Récoltes excédentaires	2. Arrive à se nourrir 12 mois sans excédent	2. Ne possède pas d'animaux d'élevage
3. Possède moto et vélo	3. Possède un vélo	3. Pas de moyen de locomotion
4. Possède un habitat endure coiffé de tôles	4. Possède une maison en tôle	4. Habitat en mauvais état
5. Possède des équipements agricoles	5. Possède quelques équipements (charrues asines)	5. Pas d'équipements agricoles

En examinant les pourcentages présentés pour les villages d'étude dans les provinces du Yatenga, Zondoma et Bam, ce qui peut frapper c'est la grande variabilité d'un village à un autre.

Dans les villages centraux du Yatenga (Ziga) et du Zondoma (Ranawa) les unités de production semblent plus prospères que dans les villages alentours

Le village de Ranawa dans la province du Zondoma, est le village qui a la plus longue histoire dans l'aménagement et dont la plus grande partie du terroir est aménagé. Les chiffres pour ce

⁸ Les rapports pour le Sénégal et le Niger contiennent également des informations intéressantes sur les impacts de la GRN sur les revenus et la pauvreté

village indiquent qu'au cours des enquêtes de l'équipe de chercheurs, 39% des unités de production étaient considérés pauvres. Ce pourcentage était de 32% en 2001 (Reij et Thiombiano, 2003), mais il convient de rappeler que 2007 a été une année de mauvaise récolte, ce qui a certainement fait basculer un nombre d'unités de production dans la pauvreté. Pour le village de Ziga ces pourcentages sont respectivement 27 % en 2001 et 38,6 % en 2007.

D'après un rapport de l'Institut national des statistiques et de la démographie (INSD) publié en 2003, 46,4% de la population burkinabé vit en dessous du seuil de pauvreté (www.ruralpovertportal.org). Ce rapport indique que les régions les plus pauvres sont ceux du Nord du pays, avec 68,8%. Bien que ce se sont pas les mêmes critères qui sont utilisés par l'enquête de 2001 et 2007, on peut se permettre une comparaison. Les villages de Ranawa et de Ziga avaient en 2003 des taux de pauvreté très en dessous de la moyenne nationale (32% contre 66,8% de moyenne régionale).

Tableau 7 : Classification des Unités de Production du Zondoma suivant le niveau de richesse

	Ranawa		Solgomnoré		Tangaye		Douré		Salaga		Kiblo	
	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%
Riches	24	14,9	6	13,0	38	18,0	15	9,1	8	17,8	25	8,6
Moyens	74	46,0	8	17,4	31	14,7	62	37,6	9	20,0	26	8,9
Pauvres	63	39,1	32	69,6	142	67,3	88	53,3	28	62,2	241	82,5
Total	161	100	46	100	211	100	165	100	45	100	292	100

Tableau 8 : Classification des Unités de Production du Yatenga suivant le niveau de richesse

	Ziga		Kiré		Fili		Wagandé		Bilalga		Sonh	
	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%
Riches	33	19,3	3	8,1	4	6,8	17	21,0	5	7	7,5	7
Moyens	72	42,1	16	43,2	6	10,2	30	37,0	2	27	29,0	27
Pauvres	66	38,6	18	48,6	49	83,1	34	42,0	127	59	63,4	59
Total	171	100	37	100	59	100	81	100	134	93	100	93

Tableau 9 : Classification des Unités de Production du Bam suivant le niveau de richesse

	Rissiam		Boalin		Sankondé		Gonsé		Noh		Tensobodogo		Loungo		Safi	
	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%
Riches	10	11,6	2	1,5	5	14,7	4	23,5	26	22,4	4	16,7	17	22,1	16	44,4
Moyens	34	39,5	78	60,0	16	47,1	6	35,3	28	24,1	9	37,5	30	39,0	14	38,9
Pauvres	42	48,8	50	38	13	38,2	7	41,2	62	53,45	11	45,8	30	39,0	6	16,7
Total	86	100	130	100	34	100	17	100	116	100	24	100,0	77	100	36	100

La pauvreté semble plus criarde dans certains villages du Yatenga et du Zandoma. En effet, le taux d'Unités de Production pauvres varie de 42 à 83% contre 38 à 48 dans la province du Bam. La province du Bam a une longue historique d'interventions en CES, mais elle a aussi plus de sols relativement fertiles (bas-fonds) que les deux autres provinces.

Une explication pourrait être que la pauvreté rurale à Rissiam (48,8) et à Noh (53,45%) a été influencée par la présence des éleveurs peuhls qui sont beaucoup plus nombreux dans ces deux villages que dans les autres. Le profil de la pauvreté dressé par le rapport de l'INSD 2003,

montre que agriculteurs implantés dans la zone du Sahel, les agro-pasteurs dont l'activité est l'élevage et qui pratiquent une agriculture de subsistance de petite envergure, ainsi que ceux en charge d'animaux confiés, constituent les groupes socio-économiques dont les conditions de vie sont les plus précaires en termes monétaires, d'opportunités et de capacités.

Un aspect qui est occulté par ces chiffres est qu'il est possible de distinguer au niveau des villages des pauvres ayant des perspectives de développement (les jeunes familles) et les pauvres sans perspectives. Dans ce dernier cas il s'agit surtout de vieilles femmes qui travaillent pour leur propre compte. Dans certains villages cette catégorie est importante.

Quelques éléments de conclusion partielle

Le développement des systèmes agroforestiers et la réhabilitation des terres dégradées à l'aide des techniques de collecte des eaux de ruissellement constituent des actions de recapitalisation des ressources naturelles (asset building). L'échelle de cette recapitalisation au Sahel a été importante et les interventions extérieures y ont contribué de façon significative notamment dans le domaine de la conservation de l'eau et des sols. Le niveau de prospérité dans les villages ayant bénéficiés d'investissements GRN démontrent que la lutte contre la pauvreté rurale passe au Sahel par une meilleure gestion des ressources naturelles, qui permettent d'augmenter la production agricole de façon durable.

12. GRN et dynamiques institutionnelles et socio-économiques

Trois thèmes seront abordés dans ce chapitre : 1. les impacts de la GRN sur la dynamique démographique ; 2. les impacts de la GRN sur les conflits entre éleveurs et agriculteurs et 3. GRN et dynamiques associatives.

Impacts sur la dynamique démographique

Deux constats importants peuvent être faits. Le premier est que les investissements dans la GRN a un effet sur les flux migratoires. Ils freinent les départs définitifs des familles et freinent les migrations temporaires de travail, car les jeunes trouvent des possibilités de gagner de l'argent, par exemple dans la petite irrigation.

Ceci a changé la dynamique démographique. Une étude menée en 2002 dans 12 villages sur la partie nord du Plateau Central a montré (avec une seule exception) des taux de croissance de la population plus fortes dans les villages avec aménagements que dans les villages sans aménagements (Reij et Thiombiano, 2003). Le cas le plus parlant était celui du village de Ranawa (province du Zondoma, Burkina Faso). Sa population avait diminué de 25% entre 1975 et 1985, mais depuis le début des aménagements en 1984/85, aucune famille a quitté le village. Sa population a plus que doublé entre 1985 et 1996.

L'étude de 2007 a montré que l'évolution des migrations se vit surtout sous forme de retours de migrants qui est en augmentation.

Le deuxième constat est que la croissance de la population a contribué à une saturation foncière dans des régions à fortes densités de population. Dans la Région de Zinder les villageois ont remarqué qu'ils ont pu augmenter la production agricole depuis 1984, mais que les gains ont été dilués par le fait qu'il que les paysans déclarent avoir « plus de bouches à nourrir ». Les villageois sont conscients du problème, mais semblent ne savoir quoi faire.

Les impacts de la GRN sur les conflits entre éleveurs et agriculteurs

Dans bien d'endroits au Sahel, de nombreux conflits entre agriculteurs et éleveurs naissent de l'utilisation concurrentielle des points d'eau des dégâts causés par les animaux aux cultures et aux arbres surtout lors de la transhumance. La dégradation des ressources naturelles dans les années 1970 et 1980 a exacerbé ces conflits. L'Etude Sahel au Niger a constaté une forte diminution des conflits dans les villages qui ont investi dans la GRN. Il y a des zones où la quantité de biomasse a fortement augmenté et/ou il y a une plus grande disponibilité d'eau à cause d'une remontée de la nappe phréatique. Les ressources sont devenues plus abondantes. «Le gâteau» est devenu plus grand et il y a plus à partager. Les conflits n'ont pas disparu, mais sont devenus beaucoup moins nombreux (Baoua, 2006).

GRN et dynamiques associatives

Dans les 4 pays étudiés les investissements dans la GRN ont été accompagnés d'une amélioration nette du capital social. Il y a eu partout soit une redynamisation des organisations traditionnelles ou la création de nouveaux types d'organisations villageoises. Par exemple dans le cercle du Bankass (Mali), le Barahogon, une institution traditionnelle de gestion des ressources naturelles a été redynamisée. En 1994 la politique de décentralisation et la nouvelle législation forestière ont créé de nouvelles opportunités pour les populations de s'impliquer activement dans la gestion des ressources naturelles. Cette dynamique de renforcement du rôle des institutions traditionnelles a été quelque fois accompagnée par des ONG.

Partout des groupements ont été créés chargés de la réalisation et de la gestion des aménagements de CES, de la gestion des arbres au niveau du village, de la gestion des points d'eau ou des périmètres irrigués, mais aussi des comités de parents d'élèves ou des comités de gestion des centres de santé primaire.

La conclusion s'impose que depuis 1984 il y a eu un renforcement important des compétences organisationnelles et techniques au niveau des villages.

13. Quels impacts sur la situation des femmes?

Les investissements publics et privés dans la GRN ont eu des impacts positifs sur les conditions de vie des femmes rurales. Les quelques exemples ci-dessous illustrent ce constat.

Les femmes ont la responsabilité d'approvisionner leurs familles en bois de chauffe. Avec la dégradation de la végétation, elles devaient parcourir plusieurs kilomètres à pieds ou à dos d'âne et consacrer ainsi plusieurs heures à cette corvée.

L'augmentation du nombre d'arbres dans les champs de culture s'est traduite dans beaucoup de cas par une forte réduction du temps nécessaires pour sa collecte. Dans les zones reverdies au Niger il fallait il y a 20 ans en moyenne 2,5 heures/jour pour la collecte de bois de chauffe pour couvrir les besoins d'une famille, mais à présent il ne faut que 0,5 heure/jour.



Photo 16 : Le temps de collecte de bois de chauffe a beaucoup diminué dans les zones reverdies.

Dans les villages où les terres dégradées ont été réhabilitées à l'aide des techniques de collecte des eaux de ruissellement, il y a eu des remontées de la nappe phréatique et l'amélioration du niveau d'eau dans les puits de 5 mètres. Ce qui raccourcit considérablement, le temps nécessaire pour l'exhaure de l'eau.

L'économie de temps a souvent permis les femmes de développer davantage d'autres activités génératrices de revenus (petit commerce).

Les femmes se sont beaucoup investies dans la construction des aménagements de CES, ce qui a alourdi leurs tâches. Mais elles en ont profité directement (vivres-contre-travail et parfois accès temporaire aux terres réhabilitées) et ou indirectement (augmentation de la production céréalière et de la biomasse). Là où leurs lopins de terre étaient inclus dans les aménagements elles ont pu augmenter leur production agricole. La production agricole des parcelles des femmes est importante, car elle assure une partie importante des besoins céréaliers de la famille.

La RNA et les aménagements de CES, ont permis aux femmes de disposer de plus de produits forestiers non ligneux tels les feuilles, les fruits qui rapportent un revenu plus ou moins important en fonction de la proximité de leur village avec les centres urbains. Les indications montrent que les femmes les revenus tirés de ces ventes sont investis dans le petit élevage (source d'accumulation). Dans beaucoup de villages, les femmes détiennent ainsi environ 80% des petits ruminants (Baoua, 2006). Il est impossible de comparer ce pourcentage avec celui de 1984, mais les interviewés sont unanimes que le pourcentage d'animaux détenu par les femmes a augmenté.

Le changement écologique engendré par les projets de développement a amélioré l'accès des femmes aux ressources naturelles, mais n'a pas influencé le contrôle social qu'elles peuvent exercer sur ces ressources. Elles jouissent toujours du droit d'usage des ressources naturelles.

Sur le plan foncier, la marginalisation des femmes due à la pression démographique, s'est légèrement estompée dans les zones où la récupération des terres a produit un surplus de terres.

Les activités de GRN ont permis une amélioration notable de la participation des femmes aux actions de développement tout en leur donnant l'occasion de participer également aux instances de décision au sein des comités, ce qui est une avancée considérable en milieu traditionnel où la femme n'a souvent pas droit à la parole.

Les activités économiques permettent aux femmes d'investir dans l'élevage, de financer ou pré-financer la migration des jeunes, mais très rarement de capitaliser dans le foncier. Les revenus des AGR servent d'abord à assurer la sécurité alimentaire, ce qui se traduit par une plus grande diversification dans la composition des repas familiaux (pâtes alimentaires, riz, ...) rallongeant ainsi la couverture alimentaire des ménages de plusieurs mois. Lorsque des difficultés alimentaires surviennent, le fonds de roulement des activités génératrices de revenus (AGR) est le premier à être sacrifié pour éviter décimer le cheptel familial, dont la vente, si elle intervient, est contrôlée par l'homme, les femmes ne devant pas fréquenter le marché de bétail.

L'évolution économique engendrée par les programmes et projets de développement est d'une importance capitale. La situation aujourd'hui aurait été une chute catastrophique des conditions de vie des ménages, si ces projets n'avaient jamais intervenu, de l'avis des populations de tous les sites concernés. Les projets ont joué un rôle d'amélioration puis de stabilisation des conditions socioéconomiques des ménages concernés par les actions de développement (Diarra, 2006).

En conclusion, on peut dire que, les actions de réhabilitation de l'environnement ont des impacts favorables sur la production agricole, pastorales, sylvicoles, sur l'amélioration des conditions de vie des ménages dont les femmes bénéficient aussi à terme. Dans l'ensemble, la pauvreté rurale a diminué, le rôle de la femme a évolué dans la gestion technique des ressources naturelles avec les différentes formations, mais cette évolution touche peu ou pas les fondements sociaux des rapports de genre. Les normes sociales protectrices et garantes de cet ordre sont à l'abri des actions de développement et continueront à préserver le modèle en place, tant que des opérations spécifiquement orientées vers l'équité dans l'accès et le contrôle des ressources naturelles, y compris le foncier, ne seront entreprises (Diarra, 2006).

14. Est-il économiquement rentable d'investir dans la GRN ?

Une sous-estimation des impacts des investissements dans la GRN

Notre hypothèse de travail était que nous sous-estimons systématiquement les impacts des investissements dans la GRN. En effet, les études d'impacts conduites jusque là ont été très souvent réductionnistes, en mettant le focus sur un ou deux impacts directs. Rarement, des études d'impacts des actions de GRN ont pu pousser les analyses jusqu'à donner une valeur monétaire aux impacts indirects. Par exemple, les évaluations des impacts des investissements dans les cordons pierreux, les zaï et les demi-lunes mettent souvent l'accent sur les impacts de ces techniques sur les rendements céréaliers, mais tiennent pas compte rarement d'autres types d'impacts telles :

- la recharge de la nappe phréatique, ce qui diminue le temps de travail des femmes pour l’approvisionnement en eau de leurs familles et qui permet parfois de faire de faire du petit maraîchage autour des puits ;
- la croissance accélérée des arbres et la plus forte production des fruits.
- Les autres biens et services telle que la séquestration du carbone

L’évaluation des impacts économiques de la régénération naturelle se limite souvent à la valeur de la production de bois de chauffe, mais ignore, par exemple, la valeur du fourrage, de la pharmacopée, l’économie du temps et des semis, car les agriculteurs sèment une seule fois, plutôt que trois ou quatre fois.

Conséquences de la sous-estimation des impacts des investissements

Cette sous estimation de l’impact des investissements dans la GRN a eu comme entre autres conséquences, de renforcer la conviction de l’opinion publique que les investissements dans l’agriculture dans les années 1980 et 1990 avaient rapportés peu de bénéfices. Les gouvernements et les partenaires financiers ont ainsi diminué de façon significative leurs investissements dans ce secteur en faveur des investissements dans l’éducation et la santé. Dans les stratégies de lutte contre la pauvreté l’agriculture et l’environnement ne figuraient que de façon anecdotique. En effet les statistiques de la FAO indiquent ainsi que d’un total de plus de 9 milliards de dollars par an au début des années 1980, cette aide se situe à moins de 5 milliards de dollars à la fin des années 1990. Parallèlement, on estime que 854 millions de personnes continuent de souffrir de sous alimentation dans le monde.

La rentabilité économique et financière dans les investissements GRN démontrée

L’Etude Sahel dans les quatre pays a tenté de cerner la rentabilité économique et financière de quelques technologies GRN. Les résultats sont plus que satisfaisants. Quelques exemples de la rentabilité économique des investissements dans la GRN

Au Niger et comme le montre le tableau 10, les taux de rentabilité interne des investissements dans les techniques de GRN varient de 31% à 82%. Pour le *zai* deux cas ont été distingués. Dans le premier cas l’agriculteur réhabilite des terres dégradées qui lui appartiennent et dans le deuxième cas il achète de la terre dégradée afin de la réhabiliter. Cela augmente ses investissements et diminue le taux de rentabilité interne de 82% à 39%. Néanmoins, même l’investissement dans l’achat de terres dégradées est vite rentabilisé.

Tableau 10 : Valeur actuelle nette et taux de rentabilité interne de quelques techniques de GRN.

Ouvrages	Horizon de planification (années)	Valeur actuelle nette (FCFA)			Taux de rentabilité interne (%)
		10%	25%	50%	
<i>Zai ou Tassa 1</i>	6	124 000	69 600	25 600	82
<i>Zai ou Tassa 2</i>	6	84 000	29 600	-14 400	39
Demi lunes agricoles	5	77 800	26 100	-18 500	37
Protection de la régénération naturelle	20	83 800	8 400	-12 700	31
<i>Plantation d’arbres</i>	20	17 200	-36 900	-53 200	13 ⁹

Source: Etude Sahel Niger, (2006)

⁹ Ce taux de rentabilité interne est basé sur un taux de survie de 100 % des arbres plantés. Il est important de noter ici que le taux de survie des arbres plantés au Niger se situe autour de 20% seulement.

Pour la protection de la régénération naturelle, le taux de rentabilité interne est de 31%. Il est estimé que l'investissement initial inclut le temps pour s'occuper des jeunes pousses estimé à 24 hommes/jours équivalents (hj) de travail par hectare. Le coût moyen de la main d'œuvre salariée dans les villages d'étude a été de 1 000 FCFA par hj, soit un investissement initial de 24 000 FCFA seulement pour débiter la protection de la régénération naturelle. Le calcul des bénéfices est nettement plus compliqué. Ce calcul est basé sur une estimation de la production de bois sur une période de 20 ans, sur une augmentation du rendement de mil et de la production de tiges de 5% pendant les 4 premières années. D'autres bénéfices, comme la valeur fourragère des feuilles et des gousses et l'impact sur la fertilité des sols (fixation de l'azote par certaines espèces et la restitution de matière organique aux champs) n'ont pas été inclus dans les calculs.

Le taux de rentabilité interne est de 13% pour la plantation d'arbres. Sa valeur actuelle nette de 17.200 FCFA (au taux de 10%) devient négative à 25%. Ceci est dû à la longueur de l'horizon de planification et à notre choix d'une espèce dont les revenus monétaires se limitent seulement à la valeur du bois. La plantation a d'autres bénéfices non valorisés ici comme l'ombrage, le fourrage aérien (en fonction des espèces).

Sur le plateau Central du Burkina Faso, Les impacts économiques des aménagements CES sont également indiscutables comme l'atteste les taux de rentabilité internes (TRI) qui oscillent entre 27 et 145% selon les technologies et les combinaisons de technologies (cf tableau 11).

Tableau 11 : Rendements grains et taux de rentabilité interne des différentes technologies

Technologie GRN	Taux de Rentabilité interne (TRI)
Cordons pierreux seuls	27%
Cordons pierreux +zaï	à 95%
Demi-lunes	145%
Zaï	93%
RNA	24%

Source : Etude Sahel Burkina Faos

Les impacts de la fixation des dunes côtières au Sénégal

Avant la fixation des dunes côtières, les Niayes étaient un milieu hostile pour le développement des activités économiques mais également la survie des populations. L'ensablement menaçait les cuvettes maraîchères. Seulement 1/5ème des superficies étaient utilisées pour l'agriculture. Avec les aménagements forestiers, il y'a eu sécurisation du substrat de production dont plus de 90% des superficies ont été soustraites des menaces d'ensablement. Les revenus moyens par ménage et par campagne maraîchère sont variables d'un secteur à l'autre et s'élèvent en moyenne à 500 000 FCFA au niveau du secteur sud ; 205 000 FCFA au secteur centre et 270 000 FCFA au secteur nord.

Outre les revenus tirés des cultures maraîchères, la vente du bois de *filao* ont procuré des revenus nets totaux variant de 600 000 F CFA à de 10 000 000 F CFA pour les groupements en 2004.

Le taux de retour sur investissement (TRI) à partir de la quatrième année après la mise en place des aménagements a varié de - 31 % (avant aménagement) à + 20 % (après aménagement).

Les revenus annuels que procuraient la bande de filao sur le marché du carbone sont estimés à 1.225.000 US\$ (Prix de l'URCE : Unité Certifiée de Réduction d'Emission) en raison de 10 US\$ la tonne de CO₂.

15. La durabilité des impacts

Il est nécessaire de se poser la question sur la durabilité des impacts des investissements dans la GRN.

La Régénération Naturelle Assistée

La RNA a fait ses débuts au Niger autour de 1985 et la superficie reverdie par cette technologie est évaluée à environ 5 millions d'hectares. Quelle est la chance que cette transformation puisse être détruite par des années de sécheresse, par la démographie galopante ou par un changement des attitudes des agriculteurs ? Nous pensons bien que quelques années consécutives de sécheresse feraient certainement des dégâts et pourraient au moins temporairement diminuer le stock d'arbres. En effet, en 2005 beaucoup d'agriculteurs, et surtout les pauvres, ont dû couper des arbres pour survivre, mais cela n'a pas eu un impact visible sur le stock d'arbres. La démographie galopante par contre représente une certaine menace et pourrait dans l'avenir nuire au processus de reverdissement et surtout dans des zones ayant déjà de fortes densités de population. Dans les zones ayant une pression démographique plus faible, on pourrait s'attendre à une augmentation du nombre d'arbres dans les systèmes de production.

Serait-il possible que les agriculteurs, qui protègent la régénération et développent des systèmes agroforestiers changent d'attitudes et adoptent subitement un comportement destructeur. Cela semble peu probable, car ils sont très conscients des bénéfices tirés des arbres et du reverdissement.

Le processus de reverdissement au Niger et dans les autres pays du Sahel n'a pas encore atteint ses limites. Des politiques et une législation forestière qui inciteraient les agriculteurs à investir dans les arbres pourraient davantage renforcer les transformations en cours.

Les techniques simples de collecte des eaux de ruissellement

Les agriculteurs au Burkina Faso (Plateau Central), au Niger (Tahoua) et au Mali (entre Djenné et Sévaré) ont commencé à utiliser le zaï, les demi-lunes ou les cordons pierreux dans les années 1980 et les visites de terrain lors de l'Etude Sahel ont montré que les agriculteurs continuent à maintenir leurs investissements, à les renouveler en cas de besoin et même à les étendre dans certains cas. L'extension est plus difficile pour les cordons pierreux qui en raison de la raréfaction des moellons, et de la faiblesse des moyens des populations pour le ramassage : environ 40 tons de pierre par hectare. L'extension des superficies aménagées en zaï ou en demi-lunes dépend quant à lui surtout de disponibilité de la main d'œuvre familiale mais aussi de la motivation des agriculteurs. Il faut en effet plus de 300 heures homme/hectare pour la réalisation du zaï manuel (Barro et al, 2005).

Les aménagements collectifs et individuels

Il y eu de grands efforts de réhabilitation de plateaux et versants dégradés au Niger, qui ont aidé à freiner la dégradation des ressources naturelles et qui ont aidé à réhabiliter la capacité productive des ressources. Il s'est agit des aménagements contigus parfois de quelques milliers d'hectares. La durabilité de ces aménagements n'est pas acquise, car des problèmes fonciers ont vite fait leur apparition. Après la réhabilitation des terres dégradées et leur distribution aux familles qui avaient participé aux efforts de réhabilitation, d'autres ont revendiqué leurs droits aux terres. Dans d'autres cas des aménagements ont été réalisés sur des terres qui appartenaient aux éleveurs, ce qui s'est traduit par un abandon des aménagements.

En général, les aménagements individuels ne souffrent pas de problèmes fonciers, car les agriculteurs aménagent les terres sur lesquelles ils ont un droit d'utilisation permanente. Ces aménagements, sont réalisés soit par les familles avec leurs moyens, ou par des organisations villageoises. Ces aménagements sont pour la plupart bien entretenus, si nécessaire recréusé ou reconstruit, et continuent à fonctionner.

16. Conclusion générale et recommandations

La perception générale du Sahel est que c'est une région en crise permanente : les terres se dégradent, les arbres disparaissent, les famines s'enchaînent, les agriculteurs deviennent de plus pauvres, beaucoup fuient leurs villages pour s'installer dans les grandes villes. Ces cas existent bien sûr, mais comme l'Etude Sahel l'a montré sans ambiguïté, il y a aussi des tendances positives dans beaucoup de régions du Sahel, qui n'ont pas été remarquées et qui montrent une dynamique d'adaptation qui dépasse notre imagination. Ce chapitre présentera quelques conclusions de l'Etude Sahel et en tirera quelques leçons pour des initiatives africaines comme « Alliance for a Green Revolution in Africa (AGRA) et pour la Grande Muraille Verte pour le Sahara et le Sahel.

Quelques Conclusions

Dans beaucoup de régions du Sahel les agriculteurs ont développé des systèmes de production plus intensifs. Ce processus a eu lieu surtout depuis le début des années 1980 et parfois plus tard. Les agriculteurs ont réagi à la crise écologique provoquée par les années de sécheresse, mais aussi aux changements démographiques (urbanisation, croissance de la population) et aux changements dans les marchés (réduction des coûts de transport grâce à la construction de routes, mais aussi à la demande des grandes villes pour certains produits). Il est remarquable que les transformations n'ont pas toujours été remarquées. Par exemple, l'échelle du développement de systèmes agroforestiers au Niger (5 millions d'ha) a échappé à l'attention.

Des techniques de collecte des eaux de ruissellement et la réhabilitation des terres dégradées

La mise au point de quelques techniques de collecte des eaux de ruissellement (surtout des zaï, cordons pierreux, demi-lunes, tranchées) au début des années 1980 a permis la réhabilitation de terres encroûtées et fortement dégradées. L'augmentation des investissements publics et privés

dans des projets de réhabilitation a transformé des régions comme le Yatenga au Burkina Faso et les plateaux de l'Ader Doutchi Maggia dans la région de Tahoua au Niger. Ces deux régions étaient fortement dégradées autour de 1980, mais la réhabilitation de dizaines de milliers d'hectares dans chaque région a produit des impacts multiples : augmentation du capital foncier, amélioration de la sécurité alimentaire, recharge de la nappe phréatique locale, expansion de la superficie irriguée, réduction de la vulnérabilité aux années de sécheresse, etc.

Le développement des systèmes agro-forestiers constitue un pilier important d'un processus d'intensification

Dans beaucoup de régions au Sahel les agriculteurs ont investi dans le développement des systèmes agroforestiers et ils l'ont fait à petite et à grande échelle. Ce phénomène s'est surtout produit dans des régions à forte densité de population (« plus de gens, plus d'arbres ») et avec des sols sableux, comme les régions de Zinder et Maradi au Niger et la plaine du Seno au Mali. On y trouve souvent 15 à 20 fois plus d'arbres sur les champs en 2005 qu'en 1975. Ces arbres n'ont pas été plantés, mais sont le résultat de la protection et de la gestion de la régénération spontanée par les agriculteurs. Ces derniers reconnaissent sans ambiguïté les multiples impacts de ce reverdissement : « les arbres sont pour nous comme le mil », « les arbres servent comme un brise-vent », « sans arbres nos animaux n'auraient rien à manger »... Les arbres font partie du système de production et ont permis une plus forte intégration de l'agriculture, de l'élevage et de la foresterie.

Adaptation aux changements climatiques

Depuis les grandes sécheresses des années 1970 et 1980 des techniques ont été développées qui permettent de mieux s'adapter à une pluviométrie basse ou irrégulière (techniques de collecte des eaux de ruissellement et petite irrigation), de lutter contre les vents de poussière et une augmentation des températures (systèmes agroforestiers et brise-vent). Dans les débats autour de la question de l'adaptation aux changements climatiques au Sahel il est important de ne pas réinventer la roue et de bâtir sur ces acquis.

Lutte contre la pauvreté rurale

Dans les villages où il y a eu investissement dans la GRN, la majorité des villageois perçoit une réduction de la pauvreté depuis le début des aménagements.

Rentabilité économique des investissements

Les impacts des investissements dans la GRN sont souvent sous-estimés, car les évaluations ne tiennent pas compte des impacts indirects des investissements. Par exemple, les investissements dans la conservation de l'eau et du sol ne se traduisent pas seulement dans une augmentation des rendements agricoles, mais peuvent contribuer localement à une recharge de la nappe phréatique, ce qui réduit le temps nécessaire pour l'exhaure et permet parfois développer le maraîchage. Tant que ces impacts indirects telle que la remontée du niveau d'eau dans les puits, ne seront pas exprimés en terme monétaires par les économistes, il est évident que les impacts des investissements continueront à être sous-estimés.

Les taux de rentabilité interne (TRI) des techniques de GRN sont élevés, malgré le fait que les impacts indirects ne sont pas inclus. Pour la plupart des techniques le TRI dépasse 30 %, ce qui montre la rentabilité des investissements.

Dynamiques institutionnelles et socio-économiques

Les investissements dans la GRN ont été accompagnés des investissements dans le capital social des villages. Beaucoup de villageois ont acquis de nouvelles connaissances (planification, organisation, gestion) et de nouvelles capacités techniques (par exemple, compostage, gestion des arbres, détermination des courbes de niveau).

Les femmes ont bénéficié des différents impacts des investissements dans la GRN. Dans les zones où il y a eu une importante régénération naturelle sur les champs, elles ne parcourent plus de longues distances pour collecter le bois de chauffe, et collectent cette ressource directement sur les champs. Dans les villages où il y a eu une recharge de la nappe phréatique, les femmes n'attendent plus des heures durant aux points d'eau.. L'augmentation de la production agricole les a mis plus à l'abri de l'insécurité alimentaire.

Dynamique démographique

Il y a eu une explosion démographique au Sahel. Depuis 1960 les effectifs de population ont été multiplié presque jusqu'au 5 fois. La population au Sahel double en moyenne chaque 20 ans. Par exemple, le Niger comptait 3,2 millions habitants en 1960, mais passera à environ 15 millions habitants en 2010. Les efforts réduction de la pauvreté et d'amélioration des conditions de vie des populations sont ainsi rendus très difficile pour les Gouvernements.

La croissance de la population a toutefois induit un début d'intensification des systèmes de production (plus de gens, plus d'arbres), mais il y a des limite . Dans des régions avec de fortes densités de population (par exemple Maradi et Zinder au Niger) il y a déjà l'émergence des paysans sans terre.

Les investissements dans la GRN ont changé la dynamique démographique dans les villages concernés. Moins de jeunes partent en exode et dans bien de cas le nombre de familles, qui quittent les villages pour s'installer ailleurs a diminué.

Quelques leçons pour la mise en œuvre de quelques initiatives africaines

Alliance pour une Révolution Verte en Afrique (AGRA)

L'Alliance veut relancer le développement de l'agriculture en Afrique et rompre les cycles de faim et de pauvreté et améliorer la vie des centaines de millions de petits exploitants. Pour atteindre cet objectif, l'Alliance veut améliorer la fertilisation des sols en augmentant l'utilisation des engrais, augmenter l'utilisation des variétés améliorées, promouvoir l'irrigation, développer l'enseignement agricole, améliorer le stockage des récoltes et beaucoup d'autres mesures importantes.

L'amélioration de la fertilité des sols est sans doute d'une grande importance pour augmenter les rendements agricoles de façon significative. Mais la promotion de techniques de conservation des eaux et des et sol pourrait permettre d'optimiser l'utilisation des engrais au Sahel. Cette initiative devrait tenir compte de la promotion de l'arbre à travers la régénération naturelle assistée. L'arbre constitue joue en effet un rôle important dans l'amélioration de la fertilité des sols (espèces

fixatrices d'azote) et dans les systèmes de production agricole. Il arbres constitue aussi un pilier important dans l'adaptation aux changements climatiques et améliore les conditions de vie des populations rurales.

La Grande Muraille Verte

L'initiative a évolué de plantation d'une bande d'arbres de Dakar à Djibouti, à la mise en œuvre de projets intégrés de gestion durable des ressources naturelles. Néanmoins, en toile de fonds, l'augmentation du nombre d'arbres reste une composante importante. Une des leçons qu'on peut tirer de l'Etude Sahel est que les agriculteurs investissent dans les arbres quand ils ont des droits aux arbres sur leurs champs. Depuis 1985 les agriculteurs dans les régions de Maradi et de Zinder ont déjà créé leur version d'une muraille verte et ils l'ont fait à faibles coûts d'investissement et sans qu'il y a de frais récurrents pour l'Etat ou pour des partenaires financiers. En reconnaissant dans la législation forestière que les agriculteurs ont un droit exclusif aux arbres qui de leurs champs, les gouvernements pourraient inciter des millions d'agriculteurs à investir dans les arbres.

Une autre leçon qu'on peut tirer des expériences du Niger et du Mali est qu'en termes d'efficacité et coûts et bénéfiques, il est souvent plus rationnel de protéger et gérer la régénération naturelle spontanée que de planter des arbres. Il y a bien sûr des conditions dans lesquelles la plantation d'arbres est préférable, mais il faut reconnaître que les taux de survie des reboisements classiques sont souvent bas. Face aux problèmes de la désertification et de la dégradation de l'environnement, la réaction habituelle des décideurs et bailleurs de fond est de faire planter des arbres. L'Etude Sahel montre que cette réaction n'est pas nécessairement la meilleure et que d'autres alternatives telle que la RNA, les techniques de collecte des eaux pourraient être avantageusement promues et soutenues pour résoudre la détérioration de l'environnement tout en améliorant les conditions de vie des populations rurales.

Quelques recommandations finales

Continuer et augmenter les investissements dans la GRN pour réduire la pauvreté rurale et diminuer la vulnérabilité aux années de sécheresse

Malgré les multiples succès enregistrés la situation agro-écologique et socio-économique au Sahel reste précaire pour une bonne partie de la population rurale. Il reste beaucoup de travail à faire, mais ce qui devrait encourager tous les partenaires, c'est qu'il y a des cas de succès sur lesquels il est possible de bâtir des politiques et des actions nouvelles. Les années de sécheresse, mais aussi la crise alimentaire de 2007 et 2008 montrent la nécessité d'augmenter les investissements dans ces secteurs pour réduire la vulnérabilité aux années de sécheresse, réduire la pauvreté rurale et pour une meilleure adaptation aux changements climatiques.

Développer et intensifier des systèmes agro-forestiers pour s'adapter aux changements climatiques

Pendant les années de disette et de famine les familles pauvres dépendent des arbres pour survivre. Sans arbres pas de vie. Une meilleure intégration des arbres, des cultures et des animaux permettra l'intensification des systèmes de production et ils aidera les agriculteurs et les éleveurs à s'adapter aux changements climatiques. Dans beaucoup de régions au Sahel, ce processus est déjà en cours, mais il y a des possibilités pour l'accélérer en s'appuyant sur une approche de vulgarisation participative (, échanges d'expériences entre agriculteurs à travers visites d'études).

Une meilleure maîtrise de la dynamique démographique

Une croissance démographique modérée est un atout pour le développement. Il est aussi démontré par ailleurs que l'augmentation de la densité de population incite à l'intensification agricole, mais il y a toutefois des limites à ces possibilités d'intensification.

Alors quand la croissance démographique devient explosive, cela peut devenir une menace pour préserver les acquis et gérer durablement durable des ressources naturelles. Elle devient une contrainte pour les gouvernements dans leurs efforts d'amélioration de l'accès de la population à l'éducation, à la santé et de réduction de la pauvreté.

Il va de soi qu'il est important de mieux maîtriser la dynamique démographique.

Développer les autres secteurs de l'économie

Le secteur agricole constitue dans beaucoup de cas le moteur économique et une meilleure gestion des ressources naturelles permettra de produire plus et mieux. Toutefois, il est évident que l'agriculture ne peut pas absorber la demande d'emploi et de revenus des millions de jeunes au Sahel qui arrivent chaque année sur le marché de travail. Une des possibilités est de réduire au minimum les obstacles à la création de petites entreprises et de réduire les obstacles aux échanges commerciaux à l'intérieur des pays et entre les pays. Ceci permettra de diminuer les coûts de transaction et les prix aux consommateurs.

Remarques finales

Est-ce que ce rapport ne dresse pas un bilan trop positif des impacts des investissements dans l'agriculture et l'environnement au Sahel et de la dynamique dans les systèmes de production ?

Notre réponse à cette question est la suivante: nous continuons plutôt à sous-estimer les changements qui ont eu lieu depuis 1980 et cela persiste, car il est toujours difficile d'exprimer tous les impacts en termes monétaires pour des raisons méthodologiques. Nous n'apprécions pas non plus à sa valeur, la capacité d'adaptation des agriculteurs aux changements et leur capacité d'innovations. Il y a beaucoup de succès à petite et même à grande échelle, mais ces succès sont trop souvent ignorés.

Ces acquis doivent-ils amener les partenaires financiers à diminuer leur appui financier à la GRN ?

D'abord il est important que les Sahéliens soient conscients et fiers des succès obtenus dans des conditions agro-écologiques et socio-économiques adverses. Nous sommes convaincus que les succès obtenus constituent des atouts importants. Malgré ces succès il reste encore un long chemin à parcourir : « si nous traversons un fleuve en nageant et nous sommes au milieu, il est important de ne pas s'arrêter, mais de continuer à nager ». Il est urgent d'augmenter les investissements publics et privés pour améliorer les conditions de vie des populations, pour améliorer la situation alimentaire et pour s'adapter aux changements climatiques. Au Sahel, nous savons heureusement quoi faire pour atteindre ces objectifs : il faut s'inspirer des succès et des expériences réussies pour augmenter leur échelle, et ce, avec l'appui de tous les partenaires.

Références

Abdoulaye, T. et Ibro, G. (2006). *Analyse des impacts socio-économiques des investissements dans la gestion des ressources naturelles: étude de cas dans les régions de Maradi, Tahoua et Tillabéry au Niger.* », Etude Sahélienne, CRESA, Niamey.

Bakoye, N. (2003). *Rapport d'étude d'impact des seuils d'épandage sur les nappes phréatiques.* PDRT, Tahoua.

Baoua, I. (2006). *Analyse des impacts des investissements dans la gestion des ressources naturelles sur le secteur élevage dans les régions de Maradi, Tahoua et Tillabéry au Niger*» Centre Régional d'Enseignement Spécialisé en Agriculture (CRESA), Niamey, Etude Sahélienne.

Barro A., Zougmore R, Taonda S. J.B, 2005. Mécanisation de la technique du zaï manuel en zone semi-aride Cahiers Agricultures vol. 14, n° 6, novembre-décembre 2005

Boffa J. M. 2000. *Les parcs agroforestiers en Afrique subsaharienne.* Cahiers Conservation n° 34, FAO, Rome, 258p.

Brons, J. F.Zaal, R.Ruben, et L.Kersbergen (2000) *Climate change, environmental variability and risk-coping strategies : a farm household level analysis in northern Burkina Faso.* Wageningen University and University of Amsterdam.

Diarra, M.D. (2006)

Etude Sahel Burkina Faso (2008) *Evaluation des impacts biophysiques et socioéconomiques des investissements dans les actions de gestion des ressources naturelles au Nord du Plateau Central du Burkina Faso.* Rapport de synthèse.

Etude Sahel Niger (2008) « *Plus de gens, plus d'arbres* » : *la transformation des systèmes de production au Niger et les impacts des investissements dans la gestion des ressources naturelles.* Rapport de synthèse. Niamey, Université Abdou Moumouni, CRESA.

Etude Sahel Sénégal (2008) *Impacts des investissements dans la gestion des ressources naturelles au Sénégal : synthèse des études de cas.* Dakar, ISRA- BAME.

Guengant, J.P. et M.Banoin (2003) *Dynamique des populations, disponibilités en terres et adaptation des régimes fonciers : le cas du Niger.* FAO/CICRED, 144 p.

Hassane A., P.Martin et C.Reij (2000) *Collecte et Gestion des Eaus Pluviales au Niger : comment améliorer la sécurité alimentaire familiale et réhabiliter les terres dégradées.* FIDA et l'Université Libre d'Amsterdam.

Hermann, S., A.Anyamba, C.J. Tucker (2005) Recent trends in vegetation dynamics in the African Sahel and their relationship to climate. In: *Global Environmental Change*, vol.15: 394 – 404.

Hien F., 1995. La régénération de l'espace sylvo-pastorale au Sahel. Une étude de l'effet des mesures de conservation des eaux et des sols au Burkina Faso. *Documents sur la gestion des*

ressources tropicales No7. Université de Wageningen.

Kaboré and Reij. 2004. *The Emergence and Spreading of an Improved Traditional Soil and Water Conservation Practice in Burkina Faso*. EPTD Discussion Paper 114. Washington, DC: International Food Policy Research Institute.

Kiema A., Nianogo A.J., Savadogo, M., 2006. Effets du sous-solage sur la production fourragère des pâturages naturels en région sahélienne du Burkina Faso. *Etudes et Recherches No 11, 25-33*

Larwanou, M. et Saadou (2006). *Evaluation de la flore et de la végétation dans les sites traités et non dans les régions de Tahoua, Maradi et Tillabéry*. Centre Régional d'Enseignement Spécialisé en Agriculture (CRESA), Niamey, Etude Sahélienne.

Larwanou M., Abdoulaye M. and Reij, C (2006). *Etude de la Régénération Naturelle Assistée dans la région de Zinder (Niger) ; une première exploitation d'un phénomène spectaculaire*. Washington, International Resources Group/USAID, 56 p.

Larwanou M., Saadou M. et Hamadou S., 2006. Les arbres dans les systèmes agraires en zone sahélienne du Niger : mode de gestion, atouts et contraintes. *Tropicultura*, Vol 24 N°1, pp 14-18.

Mando A., Zougmore, R., Zombre N.P., Hien V. (2001) Réhabilitation des sols dégradés dans les zones semi-arides de l'Afrique subsaharienne. In: Floret, C., Pontanier, R., (Eds.) *La jachère en Afrique Tropicale; de la jachère naturelle à la jachère améliorée. Le point des connaissances*, John Libbey Eurotext Paris, pp: 311-339.

Marchal, J-Y (1977) Evolution des systèmes agraires : l'exemple du Yatenga (Haute Volta). In : *Environnement Africain*, Tome 2 : 75 – 88.

Mortimore, M. , M.Tiffen, B.Yamba et J.Nelson (2001). *Synthèse sur l'évolution à long terme dans le département de Maradi (Niger) 1960 – 2000*.

Mortimore, M. and B. Turner (2005). Does the Sahelian smallholders' management of woodland, farm trees, rangeland support the hypothesis of human-induced desertification? *Journal of Arid Environments* 63: 567-595.

Olsson, L., L. Eklunch, and J. Ardö (2005). A recent greening of the Sahel—trends, patterns and potential causes. *Journal of Arid Environments* 63: 556-566.

Raynaud, C.(1997) *Sahels. Diversité et dynamiques des relations sociétés-nature*. Karthala, Paris.

Reij, C. (1983) *L'évolution de la lutte anti-érosive en Haute Volta: vers une plus grande participation de la population*. Vrije Universiteit Amsterdam,, In stituut voor Milieuvraagstukken.

Reij, C. et T. Thiombiano (2003) *Développement rural et environnement au Burkina Faso: la réhabilitation de la capacité productive des terroirs sur la partie nord du Plateau Central entre 1980 et 2001. Rapport de synthèse*. Ouagadougou, CONEDD.

Reij, C., G. Tappan and A. Belemvire (2005). Changing land management practices and vegetation in the Central Plateau of Burkina Faso (1968-2002). *Journal of Arid Environments* 63 (3), November: 642-659.

Reij, C. and E.M.A. Smaling (2007). Analyzing successes in agriculture and land management in Sub-Saharan Africa: Is macro-level gloom obscuring positive micro-level change? *Land Use Policy* 25: 410-420.

Rochette, R.M. (1989). *Le Sahel en lutte contre la désertification : leçons d'expérience*. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), GmbH, Eschborn.

SaheIECO (2008) *Gestion paysanne de la régénération naturelle dans la zone de l'association Barahogon au Mali*. Bamako.

Sawadogo, H., F. Hien, A. Sohero, and F. Kambou (2001). Pits for trees: how farmers in semi-arid Burkina Faso increase and diversify plant biomass. In C. Reij and A. Waters-Bayer (ed.), *Farmer Innovation in Africa: A Source of Inspiration for Agricultural Development*. London: Earthscan.

Sawadogo, H. (2006.) *Fertilisation organique et phosphatée en système de culture zaï en milieu soudano-sahélien du Burkina Faso*. (Thèse de doctorat). Gembloux, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Belgique, 242p + annexes.

Tougiani, A., C. Guero, T. Rinaudo (2008) Community mobilisation for improved livelihoods through tree crop management in Niger. In: *Geojournal* (publié on-line, le 3 décembre 2008)

Yamba, B. (2006) *Etude Sahélienne: Rapport d'étude sur le foncier, les institutions locales et l'évolution de la pauvreté*. », Centre Régional d'Enseignement Spécialisé en Agriculture (CRESA), Niamey, Etude Sahélienne.

Zougmore, R., Ouattara, K., Mando, A., Ouattara, B. (2004). Rôle des nutriments dans le succès des techniques de conservation des eaux et des sols (cordons pierreux, bandes enherbées, zaï et demi-lunes) au Burkina Faso. *Sécheresse*, 15 (1): 41-8.