



EVALUATION DES COUTS ECONOMIQUES ET SOCIAUX DE LA DEGRADATION DES TERRES ET DE LA DESERTIFICATION EN AFRIQUE

Mélanie Requier-Desjardins, Marc Bied-Charreton

Juin 2006 (révisé en mars 2009)

Contrat AFD / UVSQ n° 210 du 07/12/2004

RESUME

La désertification, ou la dégradation des terres, frappe tout particulièrement le continent africain en raison de sa forte vulnérabilité : grande proportion de zones arides, semi-arides et humides sensibles à la dégradation, périodes de sécheresse pouvant s'étendre sur plusieurs années successives, perte de fertilité, érosion, grande sensibilité des productions agricoles et de l'élevage aux déficits pluviométriques, part importante de la production agricole dans le PIB, augmentation continue de la population, instabilité des prix agricoles, baisse des revenus et augmentation de la pauvreté. On estime que 365 millions de personnes sont concernées par la désertification en Afrique, 60% des terres cultivées sont affecté et 75% des terres de parcours.

Cette dégradation a un coût économique et social qui a été peu étudié jusqu'à présent.

Le rapport fait tout d'abord le point sur les méthodes d'évaluation des biens environnementaux et les méthodes coût- avantages. Il fait l'inventaire des principales études menées sur les coûts économiques de la dégradation et une analyse de leurs résultats : Dregne et son équipe, 1992, Leonard Berry et son équipe, 2003, les rapports Banque Mondiale sur le Maroc et la Tunisie, l'étude de Bojö sur douze cas. Les méthodes sont l'analyse des pertes de productivité, la méthode des coûts de remplacement et l'évaluation des pertes en terres. Les coûts retenus sont en général sous-estimés car ils ne prennent pas en compte les effets off- site de la désertification. On arrive à des montants qui sont de l'ordre de 42 milliards de \$ /an de perte (Dregne, 1992), et, par pays, de l'ordre de 1 à 9%/an du PIB agricole.

Le rapport fait ensuite une analyse des coûts de la réhabilitation des terres. Quelques données sont indiquées dans le rapport de Dregne; pour les actualiser il a fallu trouver des documents de projets et analyser le taux de retour économique de quelques projets de lutte contre la désertification (Niger, Nigeria, Tanzanie, Mali, élevage Sahel, Tchad, Burkina Faso, Kenya). Il s'avère que ces taux sont relativement bons, 10 à 30%. Il analyse de nouvelles pratiques en cours de diffusion comme le semis sous couvert végétal. L'éventail des coûts de la réhabilitation se situe entre 40\$/ha/an pour les terres de parcours, 400\$/ha/an pour les cultures pluviales et 4 000 \$/ha/an pour les cultures irriguées; ces investissements doivent être consentis sur environ trois ans.

Le rapport analyse en dernière partie les coûts sociaux de la désertification, en mettant l'accent sur ses conséquences ultimes, le départ en migration. Une typologie des migrations intra africaines et vers les pays développés est présentée, avec ses avantages et ses inconvénients tant pour les pays de départ que pour les pays d'accueil. Le rapport examine la question des transferts de fonds des migrants vers leur pays d'origine et de leur utilisation. Ces fonds sont très rarement investis dans l'agriculture et l'élevage. Le montant des transferts dépassent celui de l'APD et des IDE; pour 2005 il se monte à environ 200 milliards de \$, selon les circuits officiels alors que l'APD se monte à seulement 100 milliards de \$. Ces montants sont mis en relation avec les coûts de la désertification et de la réhabilitation présentés dans les chapitres précédents.

Dans une conclusion générale le rapport présente quelques scénarios de développement, basés sur trois hypothèses : abandon des campagnes et investissement en ville ; investissement en zones rurales ; investissements en zones rurales et recherche d'activités complémentaires. D'autres scénarios plus globaux sont présentés en annexe. Tous montrent bien que si l'on ne fait rien la dégradation va s'accroître, la pauvreté va augmenter et l'abandon des terres s'amplifier.

Les conclusions du rapport portent sur l'intérêt d'investir en zones rurales car les taux de retour sont intéressants et que cela permet de lutter contre la pauvreté et la précarité et de restaurer le milieu naturel. Cela est en plus profitable à l'environnement mondial. Mais les investissements doivent être accomplis sous certaines conditions : prendre en compte les besoins réels des agriculteurs et des éleveurs et leurs savoirs faires ; prendre en compte l'organisation des sociétés rurales et les droits fonciers ; s'organiser dans la durée et envisager des investissements intégrés, pouvant mêler des aides publiques et des fonds privés (provenant des migrants et des banques) ; prendre en compte l'instabilité des marchés agricoles et proposer des solutions pour y remédier.

Table des Matières

Introduction générale	7
Préambule : qu'est-ce que la désertification en Afrique	9
1 – Définition et caractéristiques des écosystèmes arides	9
2 – La désertification en Afrique	12
3 – L'évaluation des pertes liées à la désertification : services rendus par les écosystèmes arient risques liés à leur perturbation	des
Chapitre 1 – Inventaire des méthodes utilisées pour l'évaluation des coûts économiques d désertification	
1 - Les valeurs de l'environnement	17
2 - Les méthodes d'évaluation de l'environnement	19 21
4 - Les méthodes les plus employées pour évaluer les coûts de la désertification et leurs	22
techniques 4.1 – Les coûts de remplacement 4.2 – Les mesures en perte de productivité 4.3 – Pertes en terre et perte de production 4.4 – Quelques limites des évaluations proposées 4.5 – Conclusions	22 23 24
Chapitre 2 – Résumé analytique des différentes études relevées sur les coûts de la désertification	
1 - L'étude mondiale de DREGNE, 1992 – Les coûts de la désertification	26 28
2 – Les études nationales, la dégradation des terres au Rwanda, 2003	30
2.1 - Généralités 2.2 - La région du Sud-Ouest 2.3 - La région du Nord Ouest 2.4 - La région de l'Est 2.5 - Causes et coûts de la dégradation des terres 2.6 - Recommandations des auteurs 2.7 - Conclusion	31 31 32
3- La dégradation des terres en Ouganda	
 3.1 – Généralités et coûts de la dégradation des terres	35 36
3.4 - Conclusion	

4.1 – Généralités et chiffres globaux	38
4.2 - Le coût de la dégradation des terres : méthode et résultats	
4.3 – Causes majeures de la dégradation des terres et projets d'investissement correspondants.	
4.4 - Conclusion	42
5 – Conclusions sur les études Rwanda-Ouganda-Ethiopie	42
6 - Deux études de cas : Maroc et Tunisie	43
6.1 - Tunisie	
6.2 - Maroc	45
6.3 – Conclusion sur les rapports Maroc et Tunisie	47
7 – Les coûts de la dégradation des terres en Afrique sub-saharienne, 12 études de cas	47
7.1 – Généralités et résultats	
7.2 – Techniques d'évaluation utilisées pour les coûts de remplacement	
7.3 – Techniques utilisées pour la mesure de la perte en productivité	
7.4 – Conclusion	
8 – Leçons tirées de l'étude des impacts et des coûts de la dégradation des terres dans sept p	
8.1 - Généralités	
8.2 - Les méthodes et les données.	
8.3 - Les leçons générales en ce qui concerne les investissements agricoles	
8.4 - Les leçons générales pour effectuer des études de coûts de la désertification	
9 – Synthèse générale sur les coûts de la désertification	56
9.1 - Les données	
9.2 - Quelques réflexions	58
Chapitre 3 – Les mesures de réhabilitation des terres	60
1 – La rentabilité de projets à partir du taux de retour économique pour quatre projets de l	
et de développement rural	
1.1 Conservation des sols et des eaux au Niger, district d'Illela	
1.2 – Irrigation à petite échelle au Nigeria, pompage de nappes superficielles	
1.3 - La gestion communautaire des forêts en Tanzanie	
1.4 - L'Office du Niger au Mali	
1.5 – Conclusion	
2 – Le taux de retour économique du projet AFD Almy Bahaïm d'hydraulique pastorale	
2.1 - L'élevage pastoral au Sahel	
2.3 - Les études d'impacts	
2.4 - Taux de retour économique d'Almy Bahaïm	
2.5 - Conclusion	
3 – l'Intérêt économique des SCV (Semis sous Couvert Végétal)	72
3.1 - Le semis sous couvert végétal, ou SCV	
3.2 - L'analyse de l'intérêt économique des SCV	73
3.3 - Au Cameroun, en zone cotonnière du Nord	
3.4 - En Tunisie	
3.5 – La mesure des externalités	
3.6 – Conclusions	
4 – Le délai de retour sur investissement ou les contraintes des producteurs	
4.1 - Le plateau central du Burkina Faso (1980-2000)	
4.2 – Un calcul générique au Burkina Faso	
4.2.1 – Le zaï avec matière organique	00

4.2.2 – Le délai de retour des cordons pierreux et des digues	
4.2.3 - Conclusion : un appui financier nécessaire à l'investissement	83
5 - Des analyses plus qualitatives du retour sur investissement : le rôle des facteurs	0.4
institutionnels et sociaux	
5.2 - Le district de Machakos	
5.3 – Conclusion	
6 – Réussite et plafonnement des opérations de LCD, l'exemple du projet Keita (Niger).	
7 – Récapitulatif des ACA et du calcul du taux de retour : une sous-estimation des béné	
8 – Conclusion : facteurs de réussite et recommandations	
Chapitre 4 : les coûts sociaux de la désertification, approche par la migration	
Introduction	
1 - Typologies des migrations et désertification	
2 – Caractéristiques des migrations en Afrique	
2.1 – Les mouvements migratoires en Afrique et leur variabilité	
2.2 – Un modèle des mouvements migratoires en Afrique de l'ouest	
2.3 - L'exode rural et la désertification	101
2.3.1 – Les données sur l'exode rural : vers une désurbanisation modérée ?	
2.3.2 - Exode rural, pauvreté et désertification, de la théorie à l'observation	
2.4 – Conclusion : démographie et environnement, désertification et migrations	104
3 – Les migrations vers les pays de l'OCDE et les transferts des migrants	
3.1 – Les migrations de l'Afrique vers la France et les pays de l'OCDE	
3.2 – Transferts et développement	
3.2.1 – Les montants transférés en Afrique	
3.2.3 – L'investissement des transferts dans la LCD.	
4 – Coûts des migrations	
5 – Les politiques de stabilisation des migrations	
6 - Conclusion et recommandations	
Conclusion générale	
1 – Conclusions sur les méthodes	
2 – Conclusions sur les estimations monétaires	
3 - Conclusions sur les conditions des investissements	
4 - Développement de quelques scénarios	
4.1 - Politiques de développement, coopération internationale et politiques nationales 4.1.1 - L'abandon des campagnes et l'investissement dans le développement des villes	
4.1.2 – L'investissement simple dans la réhabilitation des terres dégradées	
4.1.3 – L'investissement dans la réhabilitation des terres dégradées accompagné par celu	
développement d'activités diversifiées	
4.2 – Flexibilité, stratégies de subsistance et ressources adaptatives, le point de vue du production de vue du pr	ducteur
4.3 – Des scénarios planétaires et leur impact sur la désertification et les migrations	
Bibliographie citée	132
Liste des tableaux, des figures et des encadrés	138

Annexes	140
Annexe 1 : L' evaluation des coûts environnementaux	141
1 – Effets de la désertification sur l'environnement : des externalités	141
2 - Comment mesurer les effets ainsi décrits ? Cas des écosystèmes arides	141
3 - Les aérosols désertiques	142
Annexe 2 : Quelques données sur la richesse/pauvreté en capital des pays africains	144
Annexe 3 – Les principales techniques de LCD	148
Annexe 4 : Le « projet d'appui à la sécurité alimentaire par la récupération des terres dégradées au Nord du Burkina Faso », TRE <i>ex ante</i>	151
Annexe 5 – Quelques données complémentaires sur les techniques de lutte contre la désertification	154
1 – Données sur l'agroforesterie et le zaï.	
2 - Le paillage sur le plateau central du Burkina Faso	
3 - Conclusion	
Annexe 6 : Le détail des scénarios planétaires	157
1 – Forces directrices et incertitudes critiques	
2 – Le scénario : « business as usual » ou la poursuite des politiques actuelles	158
3 - Le scénario, technologie, économie et secteur privé, ou la toute puissance du marché	
4 – Le scénario des valeurs et du changement des modes de vie	161

INTRODUCTION GENERALE

D'après le Millenium Ecosystem Assessment les processus de dégradation des terres tendent à augmenter et la désertification va se poursuivre, sans doute au delà des seules zones arides et semi-arides. En Afrique c'est presque 400 millions de personnes qui sont aujourd'hui menacées, et le double dans vingt-cinq ans si la population continue de croître. Les variabilités climatiques annoncées vont renforcer cette tendance, de même que les instabilités politiques et des prix agricoles. On note que la désertification a un coût économique et social mais que celui-ci n'a pas encore été véritablement estimé. Par ailleurs, depuis plus de vingt ans les investissements en Afrique, et notamment les investissements agricoles, sont en baisse, que les fonds proviennent de l'APD ou de sources privées. Or il semble qu'investir en terres arides soit non seulement rentable au plan économique mais nécessaire en termes sociaux si l'on veut réellement lutter contre la pauvreté.

Les deux dernières Conférences des Parties de la Convention de Lutte contre la désertification, COP 6 à La Havane (2003) et COP 7 à Nairobi (2005) ont souhaité que soit mise à l'étude « le coût de l'inaction ». C'est aussi une recommandation des Ministres de l'environnement de l'OCDE.

Dans le contexte, et conformément à sa stratégie, l'Agence Française de Développement a souhaité pouvoir disposer d'une étude qui fasse le point sur les connaissances et les méthodes d'évaluation des coûts économiques et sociaux de la désertification, afin notamment de pouvoir disposer d'éléments d'aide à la décision pour investir en zones arides et semi-arides.

Le Comité Scientifique Français de la Désertification a fortement appuyé cette démarche et l'AFD a confié au Centre d'économie et d'éthique pour l'environnement et le développement (C3ED) de l'Université de Versailles Saint Quentin en Yvelines la réalisation de cette étude qui s'est déroulée en 2005.

Ce rapport sur l'évaluation des coûts économiques et sociaux de la dégradation des terres et de la désertification comprend un préambule et cinq chapitres. Dans le préambule, on définit la désertification en Afrique et ses enjeux. Dans premier chapitre, on décrit les principales méthodes d'évaluation des biens environnementaux et leur applicabilité aux régions arides, semi-arides et sub-humides. On examine les méthodes classiques, notamment les méthodes d'analyse coûts-avantages. On analyse la faisabilité et la pertinence de ces méthodes appliquées aux cas spécifiques de la dégradation des terres et de la désertification dans les pays les plus touchés d'Afrique. On s'appuie sur des travaux généraux d'économie de l'environnement concernant l'évaluation environnementale et plus spécifiquement que les travaux de l'équipe de consultants suédois du projet TerrAfrica, celle de Gunilla Björklund.

Dans le deuxième chapitre, on donne une liste des principales études menées sur les coûts de la dégradation et de la désertification au niveau national, et une analyse de celles-ci, en indiquant les données, les méthodes utilisées et les résultats obtenus et en essayant d'en dégager des conclusions générales. Pour mener à bien cette partie, nous nous appuyons sur :

- l'évaluation mondiale proposée par Dregne et son équipe de l'Université de Columbia en 1992,
- les évaluations sur le Rwanda, l'Ouganda et l'Ethiopie, inspiré par le Mécanisme Mondial, le Fond pour l'Environnement Mondial et la Banque Mondiale, et réalisées par des universitaires américains, notamment par Léonard Berry,
- la synthèse qu'ils ont réalisée sur 7 pays du monde (Chine, Ethiopie, Mexique, Ouganda, Rwanda, Chili, Indonésie),
- les rapports de la Banque Mondiale qui évaluent les coûts de la désertification au Maroc et en Tunisie,

- l'article de Bojö qui reprend 12 études de cas sur l'évaluation des coûts de la dégradation des terres en Afrique sub-saharienne.

La méthode de base est l'analyse des pertes de productivité dues à la dégradation des terres. La méthode des coûts de remplacement est aussi utilisée. Enfin, l'évaluation des surfaces en terres perdues est la troisième méthode rencontrée. Ces méthodes font appel à des techniques diversifiées et elles s'appuient sur des statistiques nationales, quand elles sont disponibles, ou sur des analyses qualitatives, régionales et locales. Certaines utilisent la modélisation pour évaluer les pertes économiques au niveau national. De façon générale, le manque de données fiables est une contrainte majeure pour ces exercices d'évaluation des coûts de la dégradation des terres. La plupart des études évalue les effets *in site* de la dégradation des terres et parmi ceux-ci, la perte de production agricole, la perte de capacité de charge pour l'élevage, et les coûts de la déforestation. Certaines mentionnent des effets *off site*, généralement l'envasement des barrages liés au transport de l'horizon superficiel des sols.

Dans un troisième chapitre, on a tenté de rassembler quelques études sur le bilan de projets de développement rural et de lutte contre la désertification, réalisées soit par des instituts de recherche soit dans le cadre de rapports de préfaisabilité ou de faisabilité de ces projets. Mais ces rapports sont difficiles à trouver et leur contenu économique est assez faible. Des données quantitatives sont parfois disponibles sur les retombées économiques des projets comportant un volet de lutte contre la dégradation des terres. On s'est attaché à présenter des coûts de réhabilitation des terres et des analyses *ex post* de la rentabilité des projets de lutte contre la désertification.

Dans un quatrième chapitre, on analyse les différentes formes de migrations en Afrique, considérant que le départ en migration est la conséquence sociale ultime et la plus grave de la désertification. On propose une typologie des migrations et de l'exode rural, en Afrique et vers les pays développés. On étudie les transferts de fonds des migrants et on tente une approche qualitative du coût et des bénéfices de la migration.

Dans le chapitre cinq, la conclusion, on présente quelques scénarios de politiques de développement : abandon des campagnes et investissement dans le développement des villes ; investissement dans la réhabilitation des terres dégradées ; investissement dans la réhabilitation de terres dégradées et développement d'activités diversifiées.

La conclusion porte sur les conditions d'investissement en zone rurale, et leur intérêt économique et social.

PREAMBULE: QU'EST-CE QUE LA DESERTIFICATION EN AFRIQUE

Le terme de **désertification** est le pendant médiatique de **dégradation des terres**. Il trouve son origine dans les grandes sécheresses qui ont affecté le continent africain depuis les années 70. Les conséquences dramatiques pour les populations des régions concernées ont fait lentement émerger l'idée d'une action internationale à long terme et coordonnée. Des organisations régionales africaines ont ainsi vu le jour : le CILSS, puis l'IGAD, puis l'OSS.

Le début des années 90 est marqué par l'adoption à Rio des grandes Conventions pour l'environnement : changements climatiques et biodiversité, et par la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification, signée à Paris en 1994 et dont la première Conférence des Parties s'est tenue à Rome en 1997. La désertification y est définie comme « la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines » (CCD, 1994).

Elle s'applique à tous les continents; c'est un processus complexe qui implique des facteurs climatiques, biophysiques et sociaux et qui conduit à la fois à une baisse de fertilité du milieu naturel et à **l'extension de la pauvreté**. Il devient alors nécessaire de lutter contre la pauvreté en accroissant le niveau de vie des populations concernées, tout en pérennisant le support de leur activité, la fertilité des terres, ou en assurant la promotion d'autres activités qui soulagent la pression sur les terres.

La désertification est donc indissociable de la question du développement durable des zones sèches (Cornet, 1998).

La plupart des continents sont affectés par le processus de désertification, l'Afrique et l'Asie étant les plus touchées. Les régions menacées correspondent à 40 % des terres disponibles. En 2000, 70 % des terres arides étaient soumises à la désertification (végétation et sols), soit 3,6 milliards d'hectares concernant plus d'un milliard de personnes.

Tous les scénarios développés par le Millenium Ecosystem Assessment envisagent l'aggravation de ce processus dans les prochaines décennies.

1 – DEFINITION ET CARACTERISTIQUES DES ECOSYSTEMES ARIDES

Ce que l'on appelle généralement les « zones arides » se subdivise en réalité en zones hyperarides, soit les déserts chauds et les déserts froids, les zones arides et semi- arides ainsi que les zones sub humides, situées dans l'espace inter- tropical. Les « zones arides » couvrent près de la moitié de la surface de notre planète et **hébergent environ 2 milliards de personnes**, dont presque 40 millions en zones désertiques.

Les déserts nus ont un albédo (pouvoir réfléchissant) élevé du fait de l'absence de couverture végétale (0,30 cal/cm2/j) tandis que les régions tropicales proprement dites ont un albédo moindre (0,10 à 0,20); si la couverture végétale vient à régresser, l'albédo va augmenter. La température moyenne annuelle des régions tropicales est supérieure à 22°; cela dit, si les continents tropicaux sont chauds, les océans tropicaux sont frais. Les flux d'air, les courants marins et la circulation atmosphérique générale peuvent être perturbés par des modifications de température de surface et de l'albédo. Il pourra en résulter des modifications dans les processus de déclenchement des précipitations, des cyclones tropicaux et des pluies de type « moussons ».

- A Pour caractériser la zone aride, on va utiliser des paramètres tels que la température, la pluviométrie, l'évapotranspiration et la durée de la saison des pluies :
 - la zone aride proprement dite peut être définie par une pluviométrie inférieure à 400 mm/an avec une saison sèche de 8 à 9 mois;
 - la zone semi-aride par une pluviométrie comprise entre 400 et 900 mm/an et une saison sèche de 6 à 8 mois;
 - la zone subhumide par une pluviométrie comprise entre 900 et 1 400 mm et une saison sèche de 4 à 5 mois.

En Afrique depuis les années 1970, la réduction des pluies a été plus prononcée pour la partie sud des régions arides, ainsi que pour l'Afrique de l'ouest (variation des isohyètes). La variabilité interannuelle des pluies s'est globalement accrue dans toutes les zones arides. (CIRAD-CILSS, 2005).

B - Une autre grande caractéristique des zones arides est la répartition de la végétation, qui est assez strictement liée à la pluviométrie : selon la pluviométrie croissante on passera de la steppe herbacée dans les zones arides à la savane, plus ou moins arbustive et arborée puis à la forêt sèche et à la forêt humide au delà de 1 500 mm/an; on trouvera aussi des espaces arborés en milieux arides quand les conditions édaphiques le permettent : oasis, forêts galeries le long des cours d'eau, végétation humide autour des mares. Dans beaucoup de cas on trouvera des mosaïques forêts- savanes, des savanes arborées couvrant plus ou moins les sols.

La carte suivante indique l'état actuel de la désertification dans le monde selon la végétation.

Figure 1 : Les zones sensibles à la désertification / dégradation des terres : indice de végétation, 2006 Source: JRC-ISPRA, 2006 Légende: Savanes herbeuses Déserts

Savanes arbustives

Savanes arborées

Steppes ouvertes et fermées

C - Une troisième grande caractéristique des zones arides réside dans les types de reliefs et de sols. Les reliefs sont généralement peu accentués, la plupart des zones arides se trouvant sur le socle précambrien pénéplané, à l'exception de reliefs « reliques » et de certains massifs montagneux anciens. Cela dit, dès que la pente dépasse 2 à 3 % les phénomènes d'érosion se déclenchent. Beaucoup de zones seront concernées par des manteaux d'altération très importants, avec des phénomènes de cuirassement pouvant interdire toute végétation naturelle ou cultivée. D'autres zones seront affectées par des phénomènes d'hydromorphie et de salinisation.

Les questions posées par l'eau tourneront autour des phénomènes d'érosion hydrique, de ruissellement, de pertes en terres, de turbidité des eaux des fleuves et rivières et d'alimentation des nappes profondes et des nappes phréatiques, dans un contexte d'évaporation et d'évapotranspiration élevés.

Les zones arides, que ce soit par les sols ou par la végétation arbustive et arborée en croissance, ont une capacité donnée de stockage du carbone et de ce fait participent à l'équilibre mondial du cycle du carbone.

L'utilisation par l'homme de ces différentes zones est assez strictement liée au gradient pluviométrique, sauf dans les zones où l'on peut apporter de l'eau d'irrigation (oasis, berges des fleuves et des mares, nappes profondes). On passera ainsi de zones où seul l'élevage extensif est possible (dromadaires, petits ruminants), à des zones où l'on peut cultiver certains mils (mil chandelle, petit mil) et pratiquer l'élevage de gros ruminants (bovins), puis à des zones où coexistent les cultures de sorgho, maïs, mil, arachide et l'élevage; puis, dans des espaces plus humides, des cultures plus variées comme les sorghos, le coton, la patate, l'igname. Dans tous les cas certains arbres et arbustes apporteront des ressources complémentaires.

D - L'aridité définit l'ensemble des facteurs climatiques qui caractérisent une région : les pluies, les températures, l'humidité de l'air, l'insolation, l'évapotranspiration. Différents indicateurs sont utilisés (indice d'aridité de De Martonne, différence entre la pluviométrie mensuelle et l'évapotranspiration, fréquence des pluies, ...).

L'aridité se définit par un déficit pluviométrique quasi permanent, lié à une forte insolation, des températures diurnes élevées, une faible humidité de l'air, une évapotranspiration poussée qui conduit à des déficits hydriques la majeure partie de l'année. C'est un phénomène climatique structurel qui se différencie de la sécheresse, phénomène climatique conjoncturel qui arrive aussi bien dans les milieux arides que dans les milieux plus humides.

L'indice d'aridité bioclimatique FAO/UNESCO (**I= P/ ETP**, où **P** est la précipitation annuelle et **ETP** l'évapotranspiration potentielle) permet de classer les régions du monde de l'hyper aride à l'humide :

Tableau 1 : Classification des écosystèmes arides selon leur degré d'aridité

Ecosystèmes hyper arides	I < 0.03
Ecosystèmes arides	0.03 < I < 0.20
Ecosystèmes semi-arides (Sahéliens)	0.20 < I < 0.50
Ecosystèmes subhumides (Sahélo soudaniens)	0.50 < I < 0.75

On parlera habituellement de « **terres arides** » pour désigner l'ensemble des écosystèmes arides, semiarides et subhumides :

■ Les zones « hyperarides » sont le cœur des déserts (Sahara, Namibie), avec des précipitations de l'ordre de 10 à 50 mm/an, parfois 0 mm; une végétation absente ou représentée par des buissons xérophytiques; seules les oasis diffèrent considérablement de ce milieu car elles

bénéficient d'eau. Ces zones sont exclues des préoccupations de lutte contre la désertification, sauf les oasis.

- Les zones « arides » sont situées à la périphérie des déserts, les précipitations peuvent atteindre et dépasser 100 mm/an en peu de mois. Le couvert végétal est faible ; ce sont des zones pâturées, de steppes ouvertes avec certains oueds fonctionnels ou à inféroflux.
- Les zones « semi-arides », ou sahéliennes, reçoivent 200 à 600 mm/an en quelques mois et sont couvertes d'une végétation herbacée de steppe fermée, à dominante de graminées, avec des buissons et parfois des arbres (divers acacias); l'élevage est dominant et l'agriculture pluviale peut y être pratiquée (mil). L'agriculture familiale est de règle; il peut y avoir quelques ranchs d'élevage.
- Les zones « subhumides sèches», ou sahélo- soudaniennes, reçoivent de 600 à 800 mm/an sur 4 à 6 mois. Le couvert végétal est de type savane herbeuse, avec des grandes graminées, parfois boisée (arbres isolés et/ou bouquets de forêts sèches) et des forêts galeries le long des cours d'eau. L'activité dominante est l'agriculture familiale pluviale, avec ou sans irrigation d'appoint (sorgho, maïs, coton, arachide,...) et l'élevage.
- Les zones « subhumides », ou « soudaniennes » reçoivent plus de 800 mm/an pendant plus de six mois de l'année; on ne peut véritablement parler d'aridité pour ces zones, qui néanmoins sont soumises à des sécheresses régulièrement et connaissent une forte pression humaine en raison de l'augmentation régulière des densités de population rurale, du raccourcissement de la jachère, voire sa suppression, de la chute de la fertilité et de l'augmentation des phénomènes d'érosion; ces zones commencent donc à être sujettes à des processus de désertification. L'agriculture y est familiale, vivrière et parfois commerciale, avec quelques exploitations de plus grande taille et des périmètres irrigués.
- La zone « méditerranéenne » au Nord du continent africain est caractérisée par un climat typique, avec des contrastes saisonniers qui l'opposent aux climats tropicaux à une saison : été de type tropical, très chaud, hiver frais et humide, encadré par un automne et un printemps qui peuvent être pluvieux. Les averses y sont aussi violentes que dans les zones sub-sahariennes et les phénomènes d'érosion très marqués, d'autant plus que la zone méditerranéenne est assez montagneuse. On va y constater une aridité de plus en plus marquée des zones côtières vers le Sud, avec un passage progressif d'espaces boisés à des steppes de moins en moins herbacées. O, y trouve une agriculture familiale avec des exploitations de taille variable et des grands périmètres irrigués.

A ces caractéristiques essentiellement climatiques il conviendrait de rajouter des facteurs comme les vents, entraînant des puissants mouvements d'érosion et de nuages d'aérosols, le relief et la nature des sols, facteurs d'érosion hydrique, l'albédo, d'autant plus importante que le couvert végétal se raréfie. Enfin il apparaît que la machine thermique océans/évaporation/évapotranspiration ne fonctionne plus comme avant et que les mécanismes déclencheurs des pluies sont perturbés.

2 – LA DESERTIFICATION EN AFRIQUE

Le continent africain est particulièrement menacé par la désertification :

- il contient une forte proportion de zones arides, semi-arides et subhumides ;
- il est souvent affecté par des périodes de sécheresses pouvant s'étendre sur plusieurs années successives ;

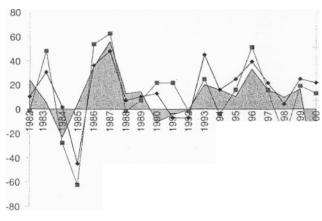
- les changements climatiques prévisibles vont conduire à une plus grande variabilité des climats, une plus grande irrégularité des périodes pluvieuses et des périodes sèches, une plus grande violence des pluies et donc une sensibilité plus grande à l'érosion et à des pénuries chroniques en eau :
- une augmentation continue de la population dans presque tous les pays concernés et donc une augmentation des densités rurales et de la pression sur les ressources ;
- la part du PIB agricole par rapport au PIB total est souvent très importante; comme les rendements sont très dépendants des pluies on mesure ainsi la fragilité de ces économies basées sur les ressources naturelles (voir les trois graphiques ci-dessous pour le Maroc, l'Ethiopie et le Zimbabwe; source : Frailé I, 2006. p. 103.);
- la part du capital naturel dans la richesse totale des pays concernés est élevée (20% et plus, voir annexe 2) ;
- la fluctuation des termes de l'échange et l'instabilité des prix agricoles entraînent des économies fragiles ; les capacités d'investissement sont faibles ; l'Etat et les sociétés civiles ne sont pas bien structurés.

Figure 2 - Le PIB du Maroc dépend toujours d'un secteur agricole volatil (croissance en pourcentage).



PIB et Output Agricole entre 1981 et 2005
Banque mondiale, Sept. 2005 : " Morocco Economic Monitoring Report ».

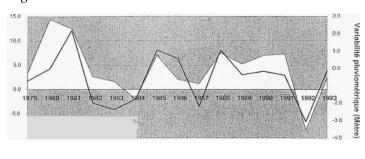
Figure 3 : Ethiopie, pluviométrie, PIB et PIB agricole.



Variation pluviométrique autour de la moyenne : zone grisée Taux de croissance du PIB : courbe avec carrés Taux de croissance du PIB agricole : courbe avec losanges

Banque mondiale, 2006: "Water for Growth and Development ». Document en préparation.

Figure 4 - Zimbabwe : Pluviométrie et croissance du PIB : 1978-1993.



Années

Taux de croissance du PIB : zone blanche (%) Variabilité pluviométrique : ————

Banque mondiale, 2006 : « Water for Growth and Development ». Document en cours d'élaboration.

Un rapide tour d'horizon par sous régions permet de dresser un panorama synthétique :

- **Pays de l'Afrique du Nord :** Egypte et pays de l'UMA (Union du Maghreb Arabe) : environ 150 millions de personnes sont concernées ; les parties sud de ces pays sont gravement soumises à la désertification ; les phénomènes d'ensablement peuvent y être très importants ; les zones pastorales et agricoles actuelles, à l'exception des plaines côtières du Nord, sont menacées.
- Pays de la zone sahélienne: les pays du CILSS (Comité Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse au Sahel) ont leurs zones pastorales et agricoles très sévèrement menacées ; cela concerne 55 millions d'habitants ;
- Pays de l'Afrique de l'Est: ils sont regroupés dans l'IGAD (Intergovernmental Authority for Development); une partie d'entre eux sont moins exposés à la désertification que les pays sahéliens proprement dits; on peut estimer les populations menacées à 65 millions d'habitants;
- Pays de la zone intertropicale humide et de la zone équatoriale: ils ne sont pas vraiment menacés par la désertification mais plutôt par les processus de déforestation qui conduisent à une plus grande fragilité des sols. Cependant certains de ces pays ont des franges semi-arides et subhumides sèches menacées par la désertification (Nigeria, Cameroun, RCA, ...) on peut estimer que le nombre d'habitants concernés avoisine les 50 millions (en raison notamment du poids du Nord Nigeria);
- **Pays de l'Afrique australe :** certains d'entre eux sont très menacés par la désertification, d'autres n'ont qu'une partie de leur territoire menacé. Ils sont regroupés dans la SADC (South African Development Community). On peut estimer que le nombre d'habitants concernés se situe aux environs de 40 millions.
- Pays de l'Océan indien : seuls les Comores et la partie sud de Madagascar sont concernés, soit environ 5 millions d'habitants.

Au total on peut estimer qu'environ 365 millions de personnes sont concernées par la désertification en Afrique sur une population totale de 780 millions d'habitants soit 46%. Ces populations, parmi les plus pauvres de la planète, sont exposées aux conséquences désastreuses de ce processus car l'appauvrissement économique résultant de la désertification engendre un accroissement de la pression sur les ressources. Dregne a estimé en 1992 en Afrique que sur 1,3 milliards d'ha de pâturages, 75% étaient dégradés et que sur 80 millions d'ha de cultures pluviales, 60% étaient dégradées.

3-L'EVALUATION DES PERTES LIEES A LA DESERTIFICATION : SERVICES RENDUS PAR LES ECOSYSTEMES ARIDES ET RISQUES LIES A LEUR PERTURBATION

L'approche du *Millenium Ecosystem Assessment* s'appuie sur la notion de services rendus par les écosystèmes pour l'évaluation économique du milieu naturel : le rapport de synthèse porte à 60% la dégradation du nombre de services rendus par les écosystèmes au cours du dernier siècle. Les écosystèmes ne servent pas seulement de support à la production agricole, à l'élevage et à la foresterie ; ils rendent un ensemble de services que l'on peut classer selon les catégories suivantes.

A - services rendus à l'économie

- 1 Fonction « source » : fourniture de ressources renouvelables : sols, eau, végétation, faune ; fourniture de matériaux de construction, de fibres ; fourniture d'eau potable et pour les animaux, d'eau pour l'énergie hydro-électrique ; fourniture d'énergie (bois de feu, charbon de bois). Fourniture de ressources non renouvelables : minéraux, combustibles fossiles, eaux des aquifères.
- **2 Fonction « puits »** : séquestration du carbone, protection contre les radiations ; filtrage des eaux dans les zones humides ; participation au climat mondial par le bilan radiatif ; participation à la qualité de l'air, « in site » et « off site ».
- 3 Fonction « services environnementaux » : contribution à la biodiversité animale et végétale ; participation au cycle de l'eau, aux cycles des divers nutriments (C, N, P,...).
- 4 Fonction « services culturels et récréationnels » : fourniture de biens culturels, esthétiques et religieux ; fourniture de zones de loisirs et de tourisme.

B – Services rendus à la société et risques liés au disfonctionnement des écosystèmes :

- 1 Santé et risques sanitaires : maladies tropicales liées à l'eau et à la qualité de l'eau, aux parasites, à la qualité de l'air (allergies, voies respiratoires).
- 2 **Résilience et stabilité des écosystèmes :** variation des capacités d'utilisation selon les techniques utilisées en agriculture, élevage, foresterie, des capacités de renouvellement des éléments de base (nutriments, équilibres biologiques,...), des niveaux de dégradation (déstructuration des sols, encroûtements, salinisation,...) ; impact sur le climat régional et mondial.
- 3 **Risques** quant au rôle des transports aériens (poussières atmosphériques), des transports terrestres et des transports fluviaux.

Comme on peut le voir, l'évaluation des services rendus par les écosystèmes arides va commencer par une identification de ces différents types d'espaces et de leurs fonctions. Une des premières tâches consiste à évaluer, pour une zone donnée :

- les équilibres entre superficies couvertes par la végétation et les sols à nu, les types de sols nus, l'albédo, et le niveau de ruissellement/infiltration;
- puis les équilibres entre espaces pastoraux, espaces agricoles, quels systèmes de culture (cultures pluviales plus ou moins extensives/intensives, cultures irriguées, forêts, plantations).

L'approche des services rendus par les écosystèmes conduit à s'interroger sur les caractéristiques et les fonctions des milieux arides. L'évaluation monétaire de ces services se fait à partir des grandes familles d'évaluation économique. Le principe est de comparer les bénéfices engendrés par ces services avec les coûts requis par l'entretien du milieu naturel. Des équipes de la Banque Mondiale défendent cette

approche et travaillent sur ces évaluations, par exemple à l'échelle des bassins versants¹.

¹ Cette orientation méthodologique est mise en avant dans de nombreuses publications (Paggiola et al, 2004). Le principe est que la valeur du milieu naturel correspond à la somme de la valeur économique des différents services qu'il rend, économiques, bio-physiques et sociaux. L'évaluation de ces différents services peut se faire par différentes méthodes d'évaluation économique décrites au chapitre suivant.

CHAPITRE 1 – INVENTAIRE DES METHODES UTILISEES POUR L'EVALUATION DES COUTS ECONOMIQUES DE LA DESERTIFICATION

1 - LES VALEURS DE L'ENVIRONNEMENT

Les valeurs des biens et services environnementaux dépassent le cadre des prix de marché des produits retirés des usages de la terre, c'est-à-dire qu'elles ne se limitent pas aux valeurs d'usage directes et immédiates du milieu naturel. La valeur d'usage directe d'un actif naturel comprend la valeur marchande tous les outputs auquel son exploitation donne lieu; la valeur d'usage indirecte se réfère à l'ensemble des services que rend un bien environnemental, sans que ceux-ci soient nécessairement pris en compte par la sphère économique, contribution aux grands équilibres de la planète, fonctions biologiques permettant la vie et le développement d'autre écosystèmes. De plus, la valeur économique totale d'un bien environnemental est la somme des valeurs d'usage immédiates directe et indirecte, mais elle prend aussi en compte les valeurs de non-usage comme la valeur d'existence et celles, liées à l'incertitude temporelle, comme la valeur d'option, de quasi-option ou de legs.

- La valeur d'option permet de définir la valeur d'un usage futur de la ressource, estimée supérieure aux flux de bénéfices pouvant en être retirés avec les technologies actuelles. Les individus sont ainsi prêts à payer pour garder l'opportunité d'un choix dans le futur (Bishop, 1982). La valeur d'option suppose l'obtention de l'information sur les bénéfices escomptés des usages alternatifs de la ressource.
- La valeur de quasi-option, représente l'importance qu'accordent les individus à la réversibilité d'une action sur le milieu : plus l'incertitude quant aux effets de l'action proposée sur le milieu s'accroît, plus cette valeur s'accroît. Cette valeur correspond à la valeur de l'information qu'on obtiendra du fait de surseoir à l'exploitation et à la transformation du bien aujourd'hui (Faucheux et Noël, 1996).

Ces valeurs d'option et de quasi-option expriment des valeurs d'usage futures des biens environnementaux. En plus de ces valeurs liées à l'incertitude et au temps, il existe des valeurs de non-usage dites passives, la valeur d'existence et celle de legs.

- La valeur d'existence repose sur le droit à l'existence des non humains : les individus sont prêts à payer pour avoir la certitude que tels organismes vivants, espèces ou écosystèmes, continuent d'exister sur la planète, indépendamment de l'usage qu'ils peuvent en avoir (Kerry Smith V., 1996).
- La valeur de legs replace la précédente dans la dynamique temporelle : il s'agit de payer pour garantir aux générations futures l'existence de telles ressources ou êtres vivants, biens ou services, en considérant qu'ils auront pour cela les mêmes préférences que les nôtres. Cependant, rien ne garantit que ces générations futures ne feront pas le choix d'exploiter cette ressource préservée jusqu'à eux. Cette valeur est parfois considérée comme une valeur d'usage mais dans le futur (Brismar et al, 2004)

La valeur économique totale est la somme des valeurs d'usage et non-usage (voir tableau) :

Tableau 2 : Les valeurs de l'environnement

	Valeu	Valeurs de non-	
	directes	indirectes	usage
Présent	±	Mesure des bénéfices des services	Valeur d'existence
	issues de l'environnement	rendus par l'environnement : - contribution des différents organismes au fonctionnement de l'écosystème, - fonctions environnementales de l'écosystème (habitat biologique)	
		 contribution de l'écosystème aux grands équilibres 	
Futur	Valeurs d'optio	n et de quasi-option	Valeur de legs

D'après Faucheux et Noël, 1996 et World Bank, 2003

Les valeurs d'usage directes rassemblent les biens et services marchands dérivés de la terre, des récoltes aux produits de l'écotourisme. Ces valeurs sont aisément calculables parce qu'il existe un marché de ces différents biens et services par lesquels s'exprime la demande des consommateurs.

Les valeurs d'usage indirectes regroupent les services rendus à l'environnement par les écosystèmes, les services rendus par les différents composants au fonctionnement de l'écosystème, permettant de façon indirecte la production des outputs économiques. Elles incluent également la contribution aux grands équilibres (parmi lesquels séquestration du carbone et biodiversité) locaux et globaux. Dans la plupart des cas, il n'existe pas de marché des services rendus. La valeur de ces services peut être mesurée à partir de marchés de substitution ou par la mesure du consentement à payer des consommateurs pour leur conservation (marché fictif).

Les valeurs d'option et de quasi-option font partie des valeurs d'usage des biens environnementaux : elles peuvent être directe ou indirecte. Elles correspondent la différence entre le surplus du consommateur dérivé de l'usage des biens considérés et le supplément qu'il est prêt à payer pour en préserver l'usage dans l'avenir. Ces valeurs sont actualisées au moyen d'un taux d'actualisation, sur le niveau duquel demeurent bien des controverses (Fisher et Krutilla, 1974). En effet, du choix de ce taux découlera la valeur présente des bénéfices futurs liés à l'exploitation de l'environnement. Le taux d'actualisation exprime généralement la préférence des agents pour le présent². Plus il est élevé, plus il diminue la valeur présente des sommes futures.

Les valeurs de non-usage regroupent la valeur d'existence et de legs, qui sont mesurables à partir des comportements des consommateurs et en particulier par la révélation de leurs préférences.

Des études concrètes portant sur la valeur économique totale d'un milieu naturel ont été réalisées par exemple sur les milieux humides (Barbier et al. 1997) mais à notre connaissance, aucune ne concerne les milieux arides et semi-arides affectés par la désertification.

2 - LES METHODES D'EVALUATION DE L'ENVIRONNEMENT

Plusieurs familles de techniques d'évaluation des biens environnementaux existent (voir tableau 2). Elles reposent principalement sur l'analyse coûts-avantages.

 $^{{}^{2}}$ VA = $B_{t}/(1+r)^{t}$ avec VA: valeur actuelle, B_{t} le bénéfice futur de l'année t et r le taux d'actualisation

L'analyse coût avantage (ACA) permet d'évaluer le coût des dommages évités par la mise en place d'une politique, et les bénéfices qui en découlent pour les consommateurs. Elle permet de reconstituer une courbe de demande pour le bien environnemental considéré. Cette méthode sert d'aide à la décision : en effet, la comparaison entre le coût des politiques mises en place et les avantages que vont en retirer les individus peut fonder la décision de mise en œuvre de la politique. Les principes de calcul relèvent de l'économie standard : une ressource est allouée à un usage donné jusqu'à ce que le coût marginal de cet usage soit égal à l'avantage marginal tiré de l'utilisation de la ressource. Dans ce cas, il y a maximisation de l'avantage net procuré par une quantité de ressource fixée (Faucheux et Noël, 1996).

Tableau 3 : Les méthodes d'évaluation monétaire de l'environnement

	Evaluation directe		Evaluation indirecte
préférence	s révélées	préférences exprimées	pas de préférence
sur marché réel	sur marché substitut	sur marché fictif	
- changement de productivité	prix hédonistescoûts de transports	- évaluation contingente	méthode dose effetcoûts de remplacement
- dépenses de protection			•
- biens substituables			

Source: Lescuyer, 2000

2.1 - Les méthodes directes

L'évaluation directe des préférences révélées sur marché réel est la plus simple :

- Le changement de productivité donne une information sur la variation de l'état de l'environnement; cette information est directement mesurable via les variations de production de biens et services marchands. La valeur du bien environnemental est ici appréciée par sa contribution aux activités productives des agents économiques. L'évaluation par changement de productivité procède en deux étapes : détermination des effets physiques d'une variation de l'environnement sur l'activité économique; mesure de la valeur monétaire de la fonction écologique endommagée.
- Les individus peuvent être amenés à prendre des mesures pour éviter de pâtir d'un dommage environnemental, se prémunir contre les effets de la pollution sonore par exemple. Dans ce cas, les dépenses qu'ils engagent sont considérées comme représentant leur consentement à payer pour obtenir un bénéfice environnemental. En considérant l'ensemble de leurs dépenses comme suffisantes pour restaurer la qualité de leur environnement, les sommes engagées sont estimées représentant la valeur d'un actif naturel de bonne qualité. Cette méthode est appliquée dans le cas où ce sont les individus qui spontanément investissent dans l'amélioration de leur environnement; en revanche, lorsque les dépenses engagées sont le fruit de décisions publiques ou collectives, elles ne reflètent pas toujours les forces du marché ou des choix économiques (préférences) faits par des agents et dans ce cas, elles ne peuvent servir à évaluer la valeur du bien environnemental (Lescuyer, 2000).
- La méthode des biens de substitution est employée lorsque l'on considère comme équivalente la valeur d'usage de deux biens, l'un marchand et l'autre non marchand, c'est-à-dire qu'ils fournissent les mêmes services. Dans ce cas, les valeurs d'échange sont estimées identiques, ce qui permet d'attribuer une valeur monétaire au bien non-marchand sur la base des informations relatives au bien marchand. C'est le cas par exemple pour le bois de feu autoconsommé en zone rurale africaine dont la valeur peut être estimée à partir du pétrole ou du charbon.

- La méthode des biens de substitution peut être rapprochée de la méthode des coûts d'opportunité : il s'agit bien d'évaluer un bien environnemental en accès libre, à partir de la valeur des biens et services qu'il évite de produire en substitution.

Parmi *les méthodes d'évaluation directes sur marché substitut et marché fictif*, figurent la méthode des prix hédoniques, la méthode des coûts de transport et la méthode d'évaluation contingente :

- La méthode des prix hédoniques repose sur l'idée selon laquelle la demande des consommateurs ne s'adresse pas au produit lui-même mais aux caractéristiques qu'il renferme. Elle tente d'établir la valeur d'un bien environnemental, et de ses services en ayant recours à un marché de substitution (Rosen, 1974 pour l'article fondateur). Ce marché permet d'identifier les caractéristiques du bien environnemental qui sont valorisés par les individus. Par exemple, l'étude des prix de l'immobilier permet d'attribuer une valeur à la présence d'un parc alentour, ou de bruits et de pollution (Smith et Ching Huang, 1993). On obtient le consentement à payer des agents pour privilégier ou éviter ces caractéristiques environnementales, puis le montant des bénéfices retirés d'une amélioration de l'environnement³.
- La méthode des coûts de transport relève elle aussi des marchés de substitution: il s'agit d'évaluer la valeur d'un site environnemental à partir des coûts de transport des individus qui s'y rendent. Ces coûts expriment le consentement à payer des individus pour l'usage du bien environnemental, dans le cas de l'aménagement d'un parc par exemple. Empiriquement, cela consiste à évaluer le coût supporté pour chaque visite par les individus concernés (coût de transport et manque à gagner, droit d'entrée éventuel) et en dériver une fonction de demande (mesurée par le nombre de visites au site relié aux coûts supportés pour une visite) pour les activités de loisir offerts par le site. Les avantages que retirent les individus (surplus du consommateur) de la fréquentation des lieux sont ensuite calculés. Certaines études mesurent par exemple la perte de revenu liée à la pollution de certains sites touristiques à partir des évolutions de leur fréquentation (Bailly et al, 2000).

Ces deux méthodes, couramment appliquées, ne prennent en compte que les valeurs d'usage des biens environnementaux non marchands. La méthode d'évaluation contingente permet de calculer valeurs d'usage et valeurs de non-usage pour des biens environnementaux qui n'ont pas de prix marchands.

- La méthode d'évaluation contingente révèle les préférences des individus, lesquelles servent de base pour l'évaluation des biens environnementaux (Willinger, 1996; Bateman et Turner, 1993). En général, on calcule la variation de bien-être c'est-à-dire l'ajustement de revenu nécessaire pour garder un niveau d'utilité constante, soit initiale, soit finale: pour un gain en bien-être (changement de quantité qui accroît l'utilité), il s'agit du consentement à payer pour s'assurer de l'arrivée du changement, ou du consentement à recevoir si le gain n'arrive pas; pour une perte en bien-être (changement de quantité qui diminue l'utilité), il s'agit du consentement à payer pour éviter que la perte n'arrive, ou du consentement à recevoir si la perte arrive. En pratique, des enquêtes sont effectuées auprès des individus leur demandant de déterminer le montant qu'il sont prêt à payer ou à recevoir pour garder un même niveau de bien-être. Cette méthode présente de nombreuses limites: notamment, les résultats obtenus varient selon l'information dont dispose l'individu sur la ressource; le consentement à payer diffère du consentement à recevoir, il lui est inférieur, lors de l'évaluation d'un même bien environnemental⁴.

_

³ Cette méthode est également utilisée dans l'évaluation de la qualité des produits, par exemple du vin.

⁴ Pour quelques études concrètes, voir par exemple Bailly et al, 2000 sur l'évaluation (valeur économique totale) d'un massif corallien (Comores) et d'un cordon littoral (Madagascar).

Toutes ces méthodes se rapportent à l'analyse économique standard : elles reposent sur l'hypothèse que l'individu est rationnel et qu'il maximise son utilité c'est-à-dire son bien-être. Elles s'appuient sur l'étude des comportements des consommateurs et visent à reconstituer une fonction de demande pour le bien naturel considéré. Elles nécessitent d'identifier la totalité des coûts et des avantages provoqués par une modification de l'environnement, pour les individus et de les mesurer. Si la mesure des coûts ne pose en général pas de problèmes particulier, l'identification et la mesure des avantages est plus délicate.

2.2 – Les méthodes indirectes

Les méthodes indirectes se composent des relations dose-réponse et de la méthode des coûts de remplacement. Elles attribuent une valeur monétaire aux dommages physiques dus à la dégradation de l'environnement. Contrairement aux précédentes, elles ne se fondent pas sur le comportement des agents économiques :

- la méthode dose-réponse repose sur l'hypothèse que la qualité environnementale est un facteur de production et a donc une incidence sur les prix des productions. Si les relations causales permettant de relier modifications des prix et changement environnemental sont connues, alors il est possible de mesurer la valeur du changement survenu dans l'environnement à partir des variations de prix. Cette méthode nécessite d'identifier : les causes des dommages environnementaux ou les liens entre les dommages environnementaux et leurs effets sur la fonction de production ; les effets des politiques de réponse mises en place c'est-à-dire les effets de l'amélioration de l'environnement sur les fonctions d'offre et de demande des produits ou de l'activité. La méthode permet de passer de l'évaluation d'un dommage physique à celle d'un dommage monétaire (valeur du dommage évité par la politique mise en place). Par exemple, la fixation de la relation dose-réponse doit permettre d'estimer les liens entre la qualité des terres et les fonctions de production des paysans. Le changement dans la réponse, y compris les politiques mises en place, doit être traduit en terme économique : certains modèles d'érosion mettent en avant ce type de relation physique, en particulier les liens entre la pluviométrie, la profondeur du sol, les niveaux d'azote et de potassium, la quantité d'eau perdue par ruissellement, et la production agricole (Pimentel et al, 1995). A partir des prix de marché, notamment ceux des engrais et de l'eau ou des productions agricoles, il est possible d'attribuer une valeur économique au changement environnemental provoqué par l'érosion.
- La méthode des coûts de remplacement postule qu'il est possible de remplacer des pertes de fonction productives du milieu naturel par du capital artificiel et que ce capital artificiel permettra de restaurer les fonctions perdues. Le prix de marché de ce capital artificiel permet d'attribuer une valeur à la perte environnementale. Cette évaluation doit être réaliste, c'est-à-dire que la solution de remplacement doit être la moins coûteuse parmi des solutions alternatives. Cette méthode est utile lorsque les données économiques et physiques sont difficiles à estimer ou à obtenir : le scénario de remplacement est indépendant des préférences des individus sur les marchés. Par exemple, lorsque les quantités de nutriments du sol sont connues, ainsi leurs variations, il est possible de leur attribuer une valeur en utilisant le prix des engrais commerciaux.

2.3 – L'analyse coût efficacité

L'analyse coût efficacité laisse de côté les calculs en termes d'utilité, de préférence et d'optimalité pour privilégier la notion d'efficacité (Randall, 1987). Elle confronte des méthodes alternatives permettant d'atteindre une norme environnementale fixée de façon exogène.

4 - LES METHODES LES PLUS EMPLOYEES POUR EVALUER LES COUTS DE LA DESERTIFICATION ET LEURS TECHNIQUES

18 études estimant l'impact monétaire de la dégradation des terres au niveau national ont été relevées. La plupart traitent de la dégradation sur les terres de culture ; certaines tentent aussi d'estimer la perte en fourrage et en forêt. Dans la plupart des cas, c'est l'impact de l'érosion pluviale qui est évalué. Parmi les principales méthodes retenues pour l'estimation de la valeur perdue sur les terrains agricoles et de parcours figurent la perte en productivité, les coûts de remplacement et les pertes en terre :

- la méthode des coûts de remplacement consiste à évaluer la quantité d'azote et de phosphore perdus à l'hectare et à leur attribuer un coût à partir du prix des engrais commerciaux disponibles sur le marché.
- les mesures de la perte de productivité se fondent sur des techniques diverses allant du jugement d'expert à la modélisation,
- certaines évaluations se fondent sur la mesure des pertes en terre à l'échelle d'un pays et en déduisent la perte de production d'après les rendements agricoles en céréales.

Ce sont donc les estimations reposant sur la valeur de biens marchands qui sont appliquées.

4.1 – Les coûts de remplacement

La baisse de productivité des terres est abordée sous l'angle de *la perte en nutriments des sols*, généralement en azote, en phosphore et en carbone. Plusieurs techniques permettent d'estimer ces pertes avant de les traduire monétairement :

- certaines études s'appuient sur des régressions faites à partir de l'Equation Universelle de Perte en Terre (voir encadré 1) pour estimer les pertes en nutriments,
- d'autres partent de données réelles et modélisent les *relations entre perte en sol et perte en nutriments*, en différenciant plusieurs systèmes agricoles représentatifs des pratiques d'une région ou d'un pays donné.

Encadré 1 : L'Equation Universelle des Pertes en Sol (ou en Terre)

L'équation universelle des pertes en terre (EUPT, mieux connue par son abréviation anglaise, USLE) prévoit le taux annuel moyen d'érosion à long terme sur la pente d'un champ, en fonction de la configuration des pluies, du type de sol, de la topographie, de l'assolement et des pratiques de gestion des cultures. L'EUPT prévoit uniquement l'importance des pertes de terre qui résultent des érosions en nappe ou en rigoles sur une pente simple sans toutefois tenir compte des pertes de terre supplémentaires qui peuvent être attribuables aux autres formes d'érosion associées au ravinement, au vent ou au travail du sol. Ce modèle de prévision de l'érosion a été conçu pour mesurer l'influence de l'assolement et du système de gestion des cultures sur l'érosion, mais il peut aussi servir à prévoir l'érosion dans un cadre qui n'est pas agricole, notamment sur des chantiers. L'EUPT peut servir à comparer les pertes de terre provenant d'un champ donné soumis à un assolement et à un système de gestion des cultures particuliers, à des taux de « pertes de terre tolérables » ou à un autre type d'assolement ou système de gestion des cultures, afin de déterminer la pertinence des mesures de conservation du sol dans la planification des activités agricoles.

Équation universelle des pertes en terre (EUPT) : A = R x K x LS x C x P

A exprime les pertes de terre annuelles moyennes possibles à long terme en tonnes par acre par année. Cette valeur peut ensuite être comparée aux limites de « pertes de terre tolérables ». On entend par « perte de terre tolérable » la quantité annuelle maximale de terre qui peut être retirée avant que la productivité naturelle du sol à long terme ne soit compromise. En général, on présume que les sols qui sont dotés d'une couche arable profonde, uniforme et dépourvue de pierre et/ou qui n'ont pas été soumis auparavant à l'érosion possèdent une limite tolérable supérieure à celle des sols qui sont peu profonds ou qui ont déjà subi une érosion.

R correspond au facteur de pluie et de ruissellement par secteur géographique. Plus les précipitations sont intenses et plus elles durent longtemps, plus grands sont les risques d'érosion.

K représente le facteur d'érodabilité du sol. Il s'agit de la perte de terre moyenne en tonnes/acre par unité de superficie pour un sol particulier, dans un champ travaillé constamment laissé en jachère, qui possède une pente dont les caractéristiques ont été arbitrairement fixées à 72,6 pi pour la longueur et à 9 % pour l'inclinaison. Le facteur K est une mesure de la vulnérabilité des particules de sol au détachement et au transport par la pluie et le ruissellement. La texture est le principal facteur qui influence le facteur K, mais la structure, la teneur en matière organique et la perméabilité du sol ont aussi un rôle à jouer.

LS est le facteur de longueur et d'inclinaison de la pente. Le facteur LS représente un rapport des pertes de terre sous des conditions données, aux pertes de terre en un endroit caractérisé par une inclinaison « standard » de 9 % et une longueur de pente de 72,6 pieds. Plus la pente est forte et longue, plus élevé est le risque d'érosion.

C correspond au facteur de culture (végétation) et de gestion. Ce facteur sert à déterminer l'efficacité relative des systèmes de gestion du sol et des cultures en termes de prévention des pertes de terre. Le facteur C est un ratio qui compare les pertes de terre provenant d'une terre faisant l'objet d'une culture et d'un système de gestion spécifiques et les pertes correspondantes dans un champ travaillé constamment laissé en jachère. Le facteur C ne tient pas compte des rotations des cultures, du climat ni de la répartition annuelle des précipitations dans les différentes régions agricoles du pays. Toutefois, ce facteur C généralisé donne des chiffres relatifs pour différents assolements et systèmes de travail du sol; il aide ainsi à évaluer les avantages respectifs de chaque système.

P correspond au facteur de pratique de conservation. Il reflète les effets des pratiques qui réduisent la quantité d'eaux de ruissellement et la vitesse de ruissellement et qui réduisent de ce fait l'importance de l'érosion. Les pratiques de conservation les plus couramment utilisées sont le travail du sol à contre-pente, la culture suivant les courbes de niveau et la culture en bandes.

Source: Robert P. Stone et Don Hilborn, 2000,

http://www.gov.on.ca/OMAFRA/french/engineer/facts/00-002.htm#tab6

Les résultats obtenus en termes de pertes en nutriments sont ensuite valorisés en terme monétaire à partir du prix de marché de leurs substituts, les engrais commerciaux⁵.

4.2 – Les mesures en perte de productivité

Préalablement, les acquis des *techniques de télédétection* sont utilisés pour évaluer les surfaces dégradées et leurs modalités d'usage, et pour différencier dans certains cas différents degrés de dégradation.

L'étude des liens entre dégradation et perte de productivité relève de plusieurs méthodes :

- dans de nombreux cas, elle se fonde sur *des jugements d'experts et des études de terrain ponctuelles* : des degrés distincts de désertification sont associés à des pertes en rendement,
- d'autres études utilisent *la modélisation et la statistique* pour mesurer le lien entre perte en terre et perte de productivité. Certaines peuvent utiliser *des scénarios* pour tester les résultats obtenus,
- d'autres, enfin, s'appuient sur *des modèles de croissance des plantes* pour évaluer l'impact de l'érosion sur la productivité des sols,
- il existe également des travaux partant qui s'appuient sur la mesure des pertes en nutriments pour mesurer la perte de productivité des sols.

-

⁵ La méthode des coûts de remplacement peut également se référer à une réalité bien distincte de celle de l'évaluation des coûts de la dégradation des terres : en effet, cette expression est aussi utilisée pour exprimer le coût de remplacement des éléments perdus suite à la désertification, et donc se lit aussi comme le coût de réhabilitation des terres dégradés. Le contexte permet de comprendre le sens de l'expression coûts de remplacement.

Les pertes de productivité sont traduites en pertes de revenu pour les agriculteurs, à partir des prix en céréales sur le marché : cette estimation peut se faire soit directement à l'échelle nationale, soit au niveau de l'exploitation agricole avec une agrégation conséquente des résultats au niveau national. Certaines études utilisent le cours des céréales au niveau international, d'autres les prix aux producteurs.

4.3 – Pertes en terre et perte de production

Une dernière méthode relevée dans les études consiste à mesurer la quantité de terre perdue à l'année en nombre d'hectares. A cette quantité perdue est associée la production qui aurait pu avoir cours sur ces surfaces, production qui est ensuite traduite en terme monétaire, en utilisant le prix des céréales concernées. Cette méthode permet notamment d'évaluer la perte liée à la désertification des terres irriguées (salinisation, engorgement et stérilisation des sols).

4.4 – Quelques limites des évaluations proposées

La productivité de la terre correspond à la valeur de production réalisée moins les coûts nécessaires pour l'obtenir. Il est donc important dans les évaluations de prendre en compte les coûts économiques engagés par les agriculteurs sur leurs terres, ne serait-ce qu'en main d'œuvre. En ce sens, la productivité ne correspond pas au rendement de la terre, lequel exprime simplement la production obtenue sans considération des coûts de production. La plupart des études concernées ne mentionnent pas ces aspects : on ne sait pas si les coûts de production sont pris en compte dans les calculs.

Enfin, la plupart des études relevées ne prennent en compte et ne chiffrent que les conséquences immédiates de l'érosion, principalement celles de l'érosion pluviale. En effet, les évaluations proposées sont annuelles ; elles considèrent l'impact de l'érosion sur la qualité des terres d'une année sur l'année suivante⁶. Or, l'érosion d'une année a des conséquences pendant plusieurs années qui peuvent conduire à des effets de seuil : ainsi, l'érosion légère d'une année peut résulter en une érosion irréversible au cours du temps, avec ou sans pression anthropique.

4.5 – Conclusions

Le changement de productivité est la méthode la plus courante pour évaluer les coûts de la désertification. Dans ce cas, la mesure des coûts de la désertification utilise l'évaluation directe des préférences révélées sur marché réel : l'état de l'environnement est directement donné par son incidence sur l'activité économique qui en découle. Cependant, le lien entre désertification et variation de productivité n'est pas toujours simple à effectuer :

- d'une part, c'est la variation de rendement qui peut être utilisée, et non celle de la productivité;
- d'autre part, établir les relations quantifiables entre désertification, érosion, pertes en sol ou en nutriments et variations de productivité nécessite de recourir à des méthodes économétriques sophistiquées, impliquant la simplification des systèmes biophysiques étudiés ;
- les données réelles sur lesquels peuvent s'appuyer les calculs ne sont pas faciles à obtenir,
- enfin, les estimations obtenues au niveau national demeurent souvent grossières en dépit de la finesse des méthodes relevées, parce qu'il faudrait inclure la diversité des systèmes de production en plus de celle des caractéristiques environnementales considérées, dans l'évaluation des pertes en sol et en productivité liées à l'érosion.

La seconde méthode la plus utilisée, celle des coûts de remplacement figure parmi les méthodes indirectes d'évaluation du capital naturel. Elle ne tient pas compte des préférences des producteurs et consommateurs concernant les produits de la terre, notamment les récoltes en céréales, car elle se place

-

⁶ Lorsque les pertes sont calculées sur des périodes plus longues, le taux d'actualisation est utilisé pour obtenir la valeur présente des pertes futures.

en amont : elle estime la valeur économique des nutriments perdus dans le processus d'érosion lié à la désertification, c'est-à-dire la valeur de la perte des capacités productives des sols.

La méthode qui consiste à multiplier les surfaces de terre perdues par le rendement en céréales est la moins répandue : dans le cas rencontré, on ne sait pas si ce calcul ne prend en compte que la stérilisation des terres provoquée par le processus de désertification, ou s'il traduit aussi la perte en terre et en nombre d'hectares découlant des effets d'une érosion plus modérée.

A notre connaissance, il n'existe sur l'Afrique aucune étude relevant de l'évaluation contingente qui affecterait une valeur monétaire aux pertes engendrées par la désertification, comme par exemple la mesure du consentement à payer pour maintenir une terre dans le même état de fertilité.

CHAPITRE 2 – RESUME ANALYTIQUE DES DIFFERENTES ETUDES RELEVEES SUR LES COUTS DE LA DESERTIFICATION

La plupart de ces études relèvent de l'échelle nationale, à l'exception d'une seule effectuée au niveau global.

1 - L'ETUDE MONDIALE DE DREGNE, 1992 - LES COUTS DE LA DESERTIFICATION -

Source: Dregne, H. E., and N-T. Chou. 1992. Global desertification dimensions and costs. In *Degradation and restoration of arid lands*. Lubbock: Texas Tech. University

Dregne et son collègue évaluent l'ampleur de la désertification sur la planète et lui affecte un coût économique sous la forme d'une valeur monétaire absolue. *En 1992, ils évaluent à 42, 32 milliards de dollars (US \$ de 1990) le coût annuel de la désertification dans le monde*. Pour l'Afrique, ce coût s'élève à 476 millions de dollars pour les terres irriguées, 1,86 milliards pour les cultures pluviales et 6,97 milliards pour les pâturages, soit un total de 9,299 milliards de dollars⁷. Il évalue également les coûts de la réhabilitation de ces terres. Nous expliquons la méthode utilisée et examinons les résultats obtenus.

Les données sur l'évaluation des coûts de la dégradation sont rares : les rapports de recherche, les données des grandes agences développement, les descriptions des gens de terrain, les opinions personnelles et les expériences locales servent de repères dans les estimations effectuées.

Les estimations de la dégradation des terres arides, semi-arides et subhumides sèches du globe se réfèrent à la dégradation du couvert végétal, à l'érosion pluviale et éolienne, à la salinisation et à l'accumulation d'eau sur les terres irriguées. Les surfaces concernées en terres irriguées et de culture sont obtenues à partir des données de la FAO, le reste des surfaces arides est considéré comme représentant les aires pastorales. La spécificité des forêts n'est pas prise en compte dans ce calcul qui se limite aux effets directs de la désertification, laissant de côté les problématiques de biodiversité, de changement climatique ou d'envasement des barrages.

"Our estimates of land degradation refer to only vegetation degradation, water and wind erosion, and salinization and water logging on irrigated, rainfed, and grazing lands." (Dregne, 1992)

1.1 - Les coûts de la désertification

Ce sont donc trois types de terres qui sont différenciées, en fonction des activités économiques qu'elles supportent, l'irrigation, les cultures pluviales et l'élevage. Les surfaces irriguées représentent 3% des terres arides dans le monde, les zones de culture pluviale 9% et les pâturages 88%.

⁷ Seule la désertification sur le continent asiatique est plus coûteuse (20,921 milliards de dollars)

Tableau 4 : Répartition des trois types de terres dans les zones arides d'Afrique

	Afrique, 1000 ha	Afrique %
Surfaces irriguées	10 424	0,49
Cultures pluviales	79 822	3,73
Pâturages	1 342 345	62,78
Espaces hyperarides*	705 356	33
Total	2 137 947	100

^{*:} les espaces hyperarides ne font l'objet d'aucune activité économique.

Source: Dregne, 1992

Elle définit des classes de degré de dégradation. Les dégradations légères, modérées et sévères sont considérées comme réversibles. Dregne établit un lien entre les niveaux de dégradation et la perte de productivité des terres, pour chaque grand type d'activité économique qui s'y déroule.

Tableau 5 : Niveau de dégradation et perte de productivité

Type de terre	Dégradation légère	D. modérée	D. sévère	D très sévère
Terres de culture	<=10% de perte en productivité	10-25%	25-50%	>50%
Terres irriguées	<=25% de perte en productivité	De 25 à 50% de perte en productivité	De 50 à 75%	>75%
Terres pastorales	<=10% de perte en productivité	10-25%	25-50%	>50%

Source: Dregne, 1992

La dégradation qualitative et quantitative du couvert végétal et la disparition de la surface supérieure du sol liée à l'érosion servent de référence pour cette mise en classe ainsi que les variations des rendements pour les cultures : le pourcentage de présence des plantes appartenant aux espèces du climax, le taux de perte de sol en surface sont les indicateurs principaux combinés à ceux des variations de rendement. La présence de dunes, de plaques de sel caractérisent les espaces de désertification très sévères.

Cependant, l'étude ne retient pour le calcul des coûts de la désertification, qu'un niveau de dégradation au moins modérée. Elle estime ainsi les surfaces dégradées pour chaque type d'usage d'abord à l'échelle des pays, puis des continents et à l'échelle globale (voir tableau 6):

Tableau 6 : Surfaces dégradées par type de terre dans le monde et en Afrique (1000 ha)

Type de terre	Surface totale	Surface dégradée	% de la surface dégradée			
	Monde					
Terres irriguées	145 495	43 147	30			
Cultures pluviales	457 737	215 567	47			
Pâturages	4 556 420	3 333 465	73			
Toutes terres	5 159 652	3 592 179	70			
Afrique						
Terres irriguées	10 424	1 902	18			
Cultures pluviales	79 822	48 863	61			
Pâturages	1 342 345	995 080	74			
Toutes terres	1 432 591	1 045 845	73			

Source: Dregne, 1992

Pour le calcul des coûts de la désertification, un chiffre est retenu pour exprimer les pertes de revenu global liées à la dégradation des trois types de terre dans le cas d'une dégradation au moins modérée : ce chiffre représente environ 40% de chute par rapport à une situation non dégradée. La perte de productivité due à la dégradation des terres est donc ramenée à un prix qui est la valeur

annuelle de la production agricole, culture ou bétail, perdue en raison de cette dégradation. A l'échelle globale, il est difficile de choisir un seul chiffre pour les terres irriguées dégradées par exemple, parce que la valeur de la récolte varie d'un pays à un autre. En effet, les subventions, les contrôles de prix, les taux de change influencent les prix.

Les données chiffrées sur les coûts de la désertification à l'hectare sont disponibles pour l'Australie et les Etats-Unis, qui ont conduit trois études sur l'impact de la dégradation des terres sur les aires de culture, irriguées et notamment pastorales. Ces évaluations reposent sur la prise en compte des effets directs de la désertification sur les récoltes et la production animale. Elles donnent les résultats suivants:

- Terres irriguées: 250 dollars par hectare selon une désertification au moins modérée,

- Cultures pluviales: 38 dollars par hectare,

- *Pâturages*: 7 dollars par hectare

Ainsi, l'estimation annuelle des coûts de la désertification en termes de revenu perdu, se monte à 11 milliards de dollars pour les terres irriguées, 8 milliards de dollars pour les terres de cultures pluviales et 23 milliards pour les pâturages. Le coût annuel total est de 42 milliards de dollars.

Tableau 7 : Revenu perdu par continent à cause de la désertification (millions US \$)

	Terres irriguées	Cultures pluviales	Pâturages	Total
Afrique	476	1 857	6 966	9 299
Asie	7 953	4 657	8 313	20 923
Australie et Nouvelle-				
Zélande	62	544	2 529	3 135
Europe	476	450	564	1 490
Amérique du Nord	1 465	441	2 878	4 784
Amérique du Sud	354	252	2 984	3 590
Monde	10 786	8 191	23 334	42 311

Source: Dregne, 1992

Dregne rapporte également le coût de chaque facteur de désertification, suite aux données fournies sur l'Australie et les Etats Unis :

- 132 \$ par ha pour des terres affectées par la salinisation,
- 88 \$ par ha pour l'engorgement des terres irriguées,
- 20 \$ par ha pour le déclin de la structure du sol et
- 1,50 \$ par ha pour l'érosion pluviale des terres de cultures.
- L'érosion éolienne coûte 2 \$ par ha et par an.

1.2 - Les coûts de réhabilitation

Les coûts de la réhabilitation des terres sont ceux nécessaires pour enrayer le processus de désertification et approcher la restauration des conditions initiales de l'écosystème. La production des mêmes services en découle, qu'il s'agisse de la productivité à des fins alimentaires et commerciales, de la participation aux équilibres globaux et de la diversité biologique. Cependant, l'étude prend en compte la restauration de la productivité des terres, et néglige les conséquences de cette restauration off site, c'est-à-dire sur la biodiversité, le changement climatique.

Les temps de réhabilitation varient selon le type de terre : trois années pour les terres irriguées, cinq à dix ans pour les terres de culture pluviale et cinquante années pour les pâturages.

Les coûts de réhabilitation sont estimés à l'hectare sur la base des travaux de la FAO, essentiellement pour les terres irriguées et les terres de cultures pluviales, et sur les études concernant les Etat-Unis et l'Australie pour les pâturages. Ces coûts sont de (US \$ 1990) :

- 2000 \$ par ha de terres irriguées,
- 400 \$ par ha de culture pluviale,
- 40 \$ par ha de pâturages.

Le pourcentage de récupération des terres désertifiées varie selon le type d'activité : 100% des terres irriguées sont récupérables, 70% des surfaces en cultures pluviales et 50% des pâturages, en raison de l'aléa pluviométrique.

Sur la surface totale de terres dégradées, (3 592 millions d'hectares), 52% sont rentables du point de vue des coûts de réhabilitation (1,860 millions d'hectares).

Tableau 8 : Les coûts de la réhabilitation (millions d'ha et millions de US \$)

	Surface totale dégradée	Surface à réhabiliter	Coûts			
	Mor	nde				
Terres irriguées	43, 147	43,1	86 200			
Cultures pluviales	215, 567	150,9	60 360			
Pâturages	3 333, 465	1666,8	66 672			
Total Monde	3 592, 179	1860,8	213 232			
	Afrique					
Terres irriguées	1, 902	1,902	3 804			
Cultures pluviales	48, 863	34,2041	13 681,64			
Pâturages	995, 080	497,54	19 901,6			
Total Afrique	1 045, 845	533,6641	37 387,24			

Source: Dregne, 1992

Le coût total de la réhabilitation des terres arides dégradées s'élève à 213 milliards. Sur 20 ans, ce coût annuel est de 11 milliards de \$, alors que chaque année, la désertification coûte 28 milliards de \$. Pour l'Afrique, le coût total annuel de la désertification est de 9,299 milliards de \$. Le coût de la réhabilitation est de 37,387 milliards de \$, c'est-à-dire en prenant en compte une période de 20 ans, 1,9 milliards annuels.

1.3 - Conclusions sur l'étude de Dregne

L'étude de Dregne est sans conteste un travail de référence pour l'évaluation des coûts de la désertification : le chiffre de 42 milliards de dollars de perte annuelle est évoqué dans la plupart des documents traitant de la désertification et de ses coûts. Ce travail repose sur un ensemble de données convaincantes, issues à la fois des grandes Agences de développement (surfaces désertifiées), d'études micro-économiques de référence (coût de la désertification par type d'usage des sols) et de jugement d'expert (chute de 40% de productivité). Cependant, des limites internes comme externes peuvent être soulignées.

- La mesure des surfaces dégradées est en premier lieu un élément contestable : en effet, Dregne estime à 70% le pourcentage des terres arides dégradé. Les études sur ces aspects sont rares et donnent des résultats disparates. Ainsi, l'étude GLASOLD de 1991 porte à 20% le taux de dégradation des sols des terres arides (Le Houérou, 1995). Plus récemment, une étude d'impact menée en 2003 évalue à 10% le pourcentage des terres arides dégradées. Le *Millenium Ecosystem Assessment*, 2005 retient un intervalle de 10 à 20% et reconnaît qu'une étude

supplémentaire serait nécessaire. Ces différences sont donc imputable au fait que dans un cas, dégradation du couvert végétal et des sols sont pris en compte tandis que dans les autres, seule la dégradation des sols est estimée.

- L'extrapolation des résultats des études microéconomiques menées en Australie et aux Etats-Unis à l'échelle mondiale est également sujette à caution : en effet, comment savoir si des mesures économiques valables pour ces régions sont applicables par exemple dans le cas des systèmes de production agricoles en Afrique.
- Le choix d'une perte de productivité de 40% dans le cas d'une désertification au moins modérée est réfutable, et fait fi probablement de la diversité des pertes de productivité réelles dues à la désertification, mais il permet de mener à bien le travail d'évaluation.

Parmi les limites externes, il convient de souligner l'absence de prise en compte de la déforestation. En effet, les espaces forestiers sont inclus dans les surfaces en terrain de parcours. Les pertes en productivité fourragères qui sont des pertes indirectes liées à la déforestation, sont seules prises en compte.

Enfin, seuls les coûts directs de la désertification sont évalués : les coûts off site, envasement des barrages effets sur la biodiversité et sur le changement climatique ne sont pas traités.

Les résultats de cette étude n'en demeurent pas moins éloquents : l'Afrique et l'Asie sont les continents à la fois les plus touchés et sur lesquels le manque à gagner lié à la désertification est le plus élevé.

2 – LES ETUDES NATIONALES, LA DEGRADATION DES TERRES AU RWANDA, 2003.

Source: Berry Leonard, Olson Jennifer, 2003. Land degradation in Rwanda: its extent and impact. Florida Center for Environmental Studies, paper commissioned by Global mechanism with support from the World Bank, 18 p.

Ce document non publié de 18 pages se présente sous la forme suivante : les auteurs décrivent tout d'abord l'importance de la dégradation des terres et ses principaux facteurs au Rwanda ; ils font ensuite une analyse par régions de la gravité du processus et des principales mesures prises jusqu'ici. Ils tentent enduite une perspective globale pour l'ensemble du pays. Ils présentent un résultat sur les coûts de la dégradation et analysent ensuite les diverses mesures prises aux plans techniques, économiques, sociaux et des questions foncières. Ils donnent des informations sur l'action des pays donateurs et concluent sur les chances de réussite des divers programmes en cours.

2.1 - Généralités

Le Rwanda est un pays de 26 340 km² regroupant 8,5 millions d'habitants. La densité de population y est très élevée, supérieure à 350 hab. /km². Le caractère montagneux de ce pays lui occasionne des versants pentus avec de grands dénivelés, l'exposant ainsi à des risques d'érosion élevés qui sont considérés comme facteurs de pauvreté et d'insécurité alimentaire. L'administration coloniale et les premiers gouvernements d'après l'indépendance avaient imposé des travaux antiérosifs de type terrasse qui ont été ensuite complètement rejetés par la population. Les recherches menées par l'ISAR (Institut de Recherche Agronomique) indiquent que *les pertes en sol dues à l'érosion se situent dans une fourchette de 35 à 246 tonnes/ha/an*, et beaucoup de stations de recherche mesurent couramment plus de *100 T/ha/an de pertes*. La couche de sol arable peut disparaître en trente ans si aucune mesure antiérosive ne sont prises. On a estimé qu'en 1990 l'érosion avait causé la perte de l'équivalent de 8 000 ha, soit de quoi nourrir 40 000 personnes. Les estimations monétaires des pertes dues à l'érosion n'ont pas été faites.

Les systèmes de culture sont basés sur des cultures annuelles (céréales, haricots), des tubercules (patates douces, manioc), des bananes. Les sols sont dénudés entre les cultures et ainsi soumis à forte érosion et perte de matière organique. Les efforts gouvernementaux et des ONG pour introduire des techniques agro- forestières ne sont pas encore couronnés de succès. Les agriculteurs ont bien le sentiment que leur fertilité est en baisse; les femmes agriculteurs, notamment quand elles sont divorcées, sont dans des situations de précarité extrême en raison de leur difficulté d'accès à la terre et du fait qu'elles doivent rendre le bétail à leur mari lors du divorce. Les conditions et les taux de dégradations sont variables selon les régions du Rwanda.

2.2 – La région du Sud-Ouest

La dégradation y est la plus sévère (Cyangugu, Butare, Gitarama, Gikongoro et Kibuye). Les sols y sont ferrallitiques et très acides, carencés en N et P. La principale cause de la dégradation depuis 40 ans est le changement de l'utilisation des sols : les terres autrefois consacrées à l'élevage ont été distribuées pour des usages agricoles, sans maintien d'espaces pastoraux communaux ou privés. Les terres de plus en plus marginales ont été mises en culture, proches des zones forestières et en altitude (plus de 2 000 m). La densité de population s'accroît, le système d'héritage accorde les mêmes superficies aux héritiers et les exploitations sont aujourd'hui de très petite taille (0,7 ha/famille). La réponse du Gouvernement a été, pendant la période coloniale et dans les premières années de l'indépendance, de développer des travaux de lutte antiérosive de type « terrasses » de façon autoritaire, jusqu' au début des années 90. Les agriculteurs estimaient que la priorité était la restauration de la fertilité et de la matière organique. Après l'abandon des travaux obligatoires les agriculteurs ont pratiquement détruit les terrasses mais ils n'ont pu fertiliser leurs terres. Leur réponse a été de substituer les cultures céréalières par des tubercules, patates douces et manioc, moins exigeants mais moins intéressants aux plans économiques et nutritifs. L'agroforesterie et le contrôle de l'érosion par des plantations ne se développent guère en raison du fait que les agriculteurs pensent que cela concurrence leurs cultures. Il n'y a pas de sources alternatives de revenus dans cette région, qui a atteint un seuil de productivité très bas. Des efforts de fertilisation organique et minérale auraient certainement des effets immédiats sur la sécurité alimentaire et la réduction de la pauvreté. Il faudrait promouvoir des cultures à meilleure valeur ajoutée que des tubercules, et un élevage associé.

2.3 - La région du Nord Ouest

La région de Ruhengeri, Byumba et Gisenyi a moins de problèmes de dégradation en raison de plusieurs facteurs :

- c'est une zone volcanique procurant des sols riches ;
- les systèmes agricoles sont performants et supportent de très hautes densités de population (supérieures à 400 hab. /km2); ils produisent des cultures exportées en Ouganda (patate irlandaise, haricot,...);
- il existe des sources de revenus autres qu'agricoles, un tissu de petites villes et un bon réseau de transports ;
- les départs en migration sont faibles, la malnutrition rare.

2.4 – La région de l'Est

La région de Kibungo, Umutara et Kigali Est, relativement sèche, est cultivée depuis les années 70 ; un tiers des agriculteurs se plaignent du déclin de la fertilité. Les zones consacrées à l'élevage et à un parc national ont été ouvertes à l'agriculture après la guerre civile de 1994. Les exploitations agricoles y sont de plus grande taille (1,4 ha/famille). La banane y est dominante. Les problèmes rencontrés sont essentiellement des questions de drainage de marais, de salinité et d'engorgement des sols ; de perte de matière organique et d'érosion éolienne ou hydrique.

2.5 – Causes et coûts de la dégradation des terres

Les causes de la dégradation au Rwanda peuvent être ainsi synthétisées :

- l'arrêt de la pratique de la jachère et de la fumure organique grâce à l'élevage, dans les années 70, qui a provoqué une chute de la matière organique des sols et d'éléments fertilisants ; seuls restent fertilisés les parcelles proches des fermes. Les terres communales de parcours ont disparues. L'agriculture est devenu stagnante ;
- Les ressources autres que celles provenant de l'agriculture sont rares, voire inexistantes; par ailleurs les investissements publics dans les secteurs de la santé, de l'éducation et des services de base ont chuté;
- Les cultures sont souvent de valeur économique et nutritive basse, la taille moyenne des exploitations agricoles est de l'ordre de 1 ha/famille dans le pays ; les retours sur investissements de travaux antiérosifs sont faibles, voir nuls, surtout dans les zones sévèrement dégradées.
- Les agriculteurs cherchent à s'adapter en installant des plantes moins exigeantes, mais ce faisant ils adoptent des cultures moins nutritives et peu valorisées sur les marchés.
- Toutes les terres cultivables ont pratiquement été attribuées, même dans des zones très marginales, en altitude.

Après la guerre civile de 1994 un vaste programme gouvernemental a permis de redistribuer les terres et de réorganiser l'habitat en villages groupés, au lieu des habitats isolés précédents. Le tableau 9 sur l'évolution de l'agriculture au Rwanda montre bien les gains de production entre 1966 et 1986 mais il montre aussi que la productivité par tête a baissé sensiblement.

Tableau 9 : Production agricole au Rwanda entre 1966 et 1986

	1966	1976	1986	1966-1986
Production totale (1000 tonnes)				
Bananes	1452	1820	2266	+56,1%
Légumes (fèves, pois)	195	237	314	+61%
Céréales	194	234	297	+53,1%
Tubercules	513	1301	1679	+227,3%
Total	2354	3592	4556	+93,5%
Production par tête				
Légumes	736	798	701	-4,8%
Céréales	61	53	48	-21,3%
Tubercules	61	52	46	-24,7%

Source: König, 1994

Les auteurs de l'étude identifient les coûts suivants :

- la perte de production : dans la période 1982 1994 l'indice de production agricole par tête a baissé de 97 à 75 ;
- la perte de productivité à l'hectare, pendant cette période, est de 2% pour les céréales mais de 20% pour les tubercules, soit une perte de 1 200 kg/ha;
- la perte de production céréalière peut être estimée à 20 \$/ha/an; avec 1 160 000 hectares cultivés cela veut dire une perte de 23 M \$. Si l'on estime le PIB agricole à 650 M\$, la perte est de 3,5 % du PIB agricole.
- En ce qui concerne les évènements dramatiques de la guerre civile de 1994 on peut dire que des signes avant coureurs auraient pu être perçus : la population est passée de 2 M d'habitants en

1950 à 8 M en 1994, avec un dramatique déclin de la production agricole, un manque de place criant et l'absence d'autres ressources.

2.6 – Recommandations des auteurs

Les auteurs commentent ainsi les mesures prises pour limiter et prévenir la dégradation des sols :

- il y a toujours eu un fossé entre les avis des agriculteurs sur leur perte de fertilité et les projets gouvernementaux de lutte contre l'érosion; ceux-ci se sont concentrés essentiellement sur des travaux physiques de terrassement, en oubliant les questions agronomiques. Des terrasses incluant des plantations dans des cadres de management participatifs auraient sans doute évité la destruction des ouvrages faits sous la contrainte; les méthodes de contrôle biologique de l'érosion ont l'avantage de produire de la matière organique mais d'une part il conviendrait d'y associer de l'élevage et d'autre part des compléments en engrais minéraux doivent être apportés; c'est la seule solution pour sauver les terres les plus dégradées du Sud Ouest;
- l'autre facteur critique est le choix des variétés à cultiver afin de valoriser au mieux les investissements, ce qui ne semble pas simple au Rwanda;
- enfin il convient de noter que les agriculteurs de ce pays n'ont pas les moyens d'investir euxmêmes et ils ne peuvent rompre cette tendance à la dégradation sans aide extérieure et la constitution d'un marché stable pour leurs produits végétaux et animaux ;
- les agriculteurs rwandais ont montré qu'ils savaient apprécier leurs difficultés et réagir ; cela dit, ils sont socialement très fragiles, surtout après la guerre civile ; les femmes divorcées sont les plus exposées à la précarité.
- La sécurité foncière est un préalable à des investissements de lutte contre la dégradation. Après la guerre le gouvernement a procédé à une « villagisation » ; il doit absorber 1 million de migrants qui veulent revenir et donc prévoir une redistribution des terres. Une des conséquences de la villagisation est l'éloignement des parcelles de culture et les auteurs estiment qu'il peut s'agir là d'un paramètre empêchant l'acceptation de mesures d'investissements contre la dégradation des terres et le rétablissement de la fertilité des sols.

Les pays donateurs et la Banque Mondiale ont adopté un PRSP comprenant un vaste programme d'investissements agricoles , dont un prêt de la Banque Mondiale de 48 M US\$ (le document ne mentionne pas les dates de début et de fin de ce prêt) centré sur la productivité agricole. Ce plan comprend sept composantes : renforcement des techniques de management des sols, de l'eau et de la fertilité — intervention d'opérateurs privés pour les infrastructures et leur maintenance — renforcement des communautés locales et du secteur privé, développement de petites structures — promotion de cultures commerciales par l'accès à des capitaux et le renforcement des capacités des agriculteurs — renforcement de la recherche et de la vulgarisation — recherche d'activités et de revenus non agricoles — coordination d'ensemble. La participation effective des populations sera le facteur clé de la réussite de ce plan.

2.7 - Conclusion

La conclusion des auteurs sur l'estimation des coûts et des impacts de la dégradation et sur les mesures prises dépasse largement le cadre du Rwanda. Elle peut être résumée ainsi :

- lutter contre la dégradation des terres ne consiste pas seulement à prendre des mesures « physiques » et techniques ; il faut intégrer l'ensemble des composantes sociales et économiques ;
- il faut tenir compte des différences régionales : des investissements dans le Sud-Ouest permettront de réduire l'insécurité alimentaire, tandis que des investissements dans les autres régions permettront d'augmenter les revenus des agriculteurs ;

- il faut trouver le bon niveau d'investissements pour espérer des retours, notamment par des cultures économiquement intéressantes ;
- les petits agriculteurs et les femmes sont les catégories les plus menacées et réclament une attention particulière ;
- la sécurité foncière est un élément clé de réussite de tout plan, projet ou programme ;
- tout programme de lutte contre l'érosion doit être accompagné de programmes de fertilisation organique et minérale, spécialement dans les zones les plus dégradées ;
- les rwandais accordent une grande place aux animaux et aux engrais organiques pour relever leur fertilité; les programmes doivent donc renforcer la capacité des agriculteurs à associer les cultures à l'élevage.

Cette étude est basée d'une part sur un certain nombre de données nationales obtenues auprès des services statistiques, notamment sur la production agricole, et d'autre part sur des données disponibles à la recherche agronomique nationale (ISAR), par exemple sur les pertes en terre. Cela permet de donner des estimations globales significatives : perte en terre de l'ordre de 100 T/ha/an, indice de production agricole par tête en baisse régulière, perte de productivité par hectare (baisse des rendements) ; l'estimation finale est que la perte de production céréalière est de l'ordre de 3,5% du PIB agricole. La régionalisation de ces données amène à dire que des investissements permettraient de réduire l'insécurité alimentaire dans les zones les plus dégradées mais permettraient l'augmentation des revenus dans les autres zones. Cela dit, à part le montant donné de 48 M\$ d'investissement agricole (prêt de la BM), sans indication de la durée de ce prêt, les auteurs ne commentent pas l'importance de ce montant et sa rentabilité économique, sociale et environnementale. Par ailleurs les statistiques agricoles nationales manquent depuis 1994 et il est difficile de voir quelle est la tendance aujourd'hui (2005).

3- LA DEGRADATION DES TERRES EN OUGANDA

Source: Berry L, and Olson J., 2003. Land degradation in Uganda: its extent and its impact. Florida Center for Environmental Studies, paper commissioned by Global Mechanism with support from the World Bank, 21 p.

3.1 – Généralités et coûts de la dégradation des terres

L'Ouganda est un pays de 241 000 Km2 avec 22 millions d'habitants, soit une densité moyenne élevée, proche de 100 hab. /km2. 75% de ce pays est relativement fertile, le reste étant sévèrement touché par la dégradation des terres. Seulement 30% des terres cultivables sont cultivées. Certaines zones sont très densément peuplées (plus de 300 hab. /km2).

D'importants signes de baisse de la fertilité apparaissent. La sécurité alimentaire n'est pas assurée par la production agricole locale. L'augmentation des superficies cultivées est constatée, au détriment des terres de parcours et des forêts. Une politique d'intensification existe, le double problème de ce pays étant finalement de maintenir et restaurer la fertilité dans les zones déjà cultivées et de lutter contre la dégradation dans les autres zones. Ce pays a un avantage comparatif indéniable sur le plan du climat et des capacités des sols, avantage qui se renforcerait si les systèmes de cultures devenaient plus durables.

Les données sur ce pays sont rares. Une seule étude économique de 1990 estime que 4 à 12% du PIB est perdu suite à des dégradations environnementales. L'érosion des sols y contribue pour 85%, le reste étant partagé entre la pollution de l'eau, la baisse de la biodiversité et la déforestation (Slade and Weitz, 1991, NEMA 1991). La valeur totale de la perte est estimée à 170-460 M \$ par an en 1991, ce qui fait 230 – 600 M \$ en 2003. Le manque de données est attribué à une dispersion de celles ci entre divers détenteurs, notamment des institutions de recherche. Le Gouvernement publie régulièrement depuis 1999 un document qualitatif sur l'état de l'environnement en Ouganda; le Plan national d'action

environnemental (PNAE), fait en 1995, indique que l'érosion est le premier problème du pays, y compris dans les zones relativement plates, suivi par la baisse de la fertilité. Un autre problème environnemental est la dégradation de la qualité des eaux des lacs (eutrophisation), y compris le lac Victoria, et des eaux fluviales (y compris le Nil).

La productivité agricole est faible; cette affirmation est basée sur l'écart entre les rendements constatés aux champs et ceux mesurés dans les parcelles expérimentales des stations de recherche (de 50 à 70%). Par ailleurs les marchés agricoles ne sont pas bien développés et les échanges entre régions sont faibles. La culture principale de ce pays est la banane (fruit, à cuire, pour la bière); sa production est relativement stagnante depuis vingt ans, avec de légers déclins dans les rendements. Mais cette culture, bien couvrante, est en elle même une protection contre l'érosion hydrique.

3.2 - L'étendue, l'impact et les causes de la dégradation.

Les principales causes de la dégradation des terres en Ouganda sont socio-économiques :

- la pauvreté et la fragmentation extrêmes des exploitations agricoles (nombreuses parcelles, parfois plus de 10, pour une superficie moyenne par famille d'environ 2 ha) conduisent à une mauvaise exploitation des terres (sols et eau);
- la densité de population augmente mais il n'y a pas, ou peu, d'investissements agricoles. La consommation totale d'engrais de l'Ouganda est de seulement 6 000 t/an, destinée à de grands domaines d'état. Le micro crédit n'est pas utilisé pour ce type d'achat;
- un bas niveau de commerce de produits agricoles et des cultures peu rentables, n'incitent pas à investir ;
- la formation des agriculteurs est insuffisante, il leur est difficile de maîtriser des nouvelles techniques ; les systèmes de vulgarisation sont très peu nombreux ;
- les pratiques agricoles et d'élevage sont inappropriées dans les terres de parcours et les forêts ;

Les terres les plus exposées sont celles situées dans les zones de montagnes et celles du Nord du pays.

a - Les zones de montagne

Elles occupent 25% du pays mais contiennent 40% de la population. Aucune estimation des pertes dues à l'érosion n'a été faite. Il semble que les agriculteurs soient conscients du problème ; ils réagissent en établissant des bandes végétales en courbes de niveau pour limiter l'érosion ; les effets de ces pratiques ne sont plus rentables après 4 à 5 ans. La jachère d'un an est pratiquée après quelques années de culture. La fragmentation des exploitations est énorme (15 parcelles/famille, pour une superficie d'environ 2 ha) . Seuls les champs proches des maisons sont fertilisés par de la fumure organique. Les agriculteurs sont conscients que le raccourcissement de la jachère est la cause du déclin de la fertilité.

b -Les zones sèches

Elles se situent au Nord Est et constituent des aires de parcours assez sévèrement dégradées par des ravinements très fréquents. Les feux de saison sèche entraînent de l'érosion éolienne. Ces aires de parcours sont communales mais elles sont aujourd'hui progressivement mises en culture par des migrants. Cela s'accompagne d'une privatisation de ces terres cultivées. Ce changement induit des modifications des parcours et plus de dégradation dans des zones sur pâturées. L'augmentation de la population et du bétail sont la cause d'une accélération de la dégradation des terres, spécialement près des points d'eau. 30% de la superficie de cette zone sont occupés par des ranchs d'état ou privés. Les productions sont vendues à bas prix sur les marchés locaux. Il n'y a pas de régulation entre éleveurs et agriculteurs et cette zone est particulièrement sous-administrée.

3.3 - La prévention et la lutte contre la dégradation des terres

Les instituts de recherche ont mis au point un arsenal de mesures de lutte contre l'érosion et de restauration de la fertilité, assez classique et identique à ce que l'on trouve dans les pays voisins (fumure minérale et organique, contrôle de l'érosion,...). Ils recommandent que la fumure organique proviennent des déchets végétaux résultant des cultures (comme le café), de compost et d'engrais vert fourni par des cultures de légumineuses. Les sols de ce pays sont carencés en P et requièrent des engrais minéraux.

Quelques études ont montré que les investissements agricoles n'étaient rentables que si la fertilité était au préalable restaurée, et seulement dans les zones pluvieuses, pour des cultures comme le maïs. Cela devrait s'accompagner d'efforts importants en vulgarisation des résultats de recherche. Les zones arides n'ont jamais fait l'objet d'attentions particulières. Des recherches y seraient nécessaires pour améliorer l'intégration de l'agriculture et de l'élevage. Il conviendrait également de créer des infrastructures de transports et de commerce.

Les deux tableaux suivants résument bien la situation ougandaise.

Tableau 10 : Intensité et causes de l'érosion des sols

District	Surface totale en terres, ha	Surface affectée par l'érosion des sols, ha	Pourcentage de terres affectées %	Densité de population Hab./km²	Principales causes de l'érosion des sols
Kabale	165 300	148 770	90	250	Pente des sols, pression démographique, déforestation, pauvreté agricole, vulnérabilité des sols
Kisoro	66 200	56 270	85	279	Pente des sols, pression démographique, déforestation, pauvreté agricole, vulnérabilité des sols
Mbale	250 400	200 320	80	282	Pente des sols, pression démographique, déforestation, pauvreté agricole, vulnérabilité des sols
Rakai	388 900	311 120	80	98	Sols vulnérables, pauvreté agricole, surpâturage
Kotido	1 320 800	990 600	75	14	Surpâturage, feux de brousse, sols vulnérables
Kasese	272 400	163 440	60	126	Pentes, sols vulnérables, pression démographique, surpâturage, pauvreté agricole
Nebbi	278 100	166 860	60	114	Pentes, sols vulnérables, déforestation, pression
Moroto	1 411 300	846 780	60	12	démographique Surpâturage, feux de brousse, sols vulnérables
Masaka	551 800	275 900	50	151	Pentes, pression démographique, soluvulnérables, pauvreté agricole
Mbarara	1 058 700	529 350	50	88	Déforestation, feux de brousse, surpâturage, pauvreté agricole, sols vulnérables
Bundibugyo	209 700	83 880	40	55	Pentes, pression démographique, déforestation, pauvreté agricole, sols vulnérables
Luwero	853 900	341 560	40	53	Surpâturage, feux de brousse, sols vulnérables
Rukungiri	258 400	77 520	30	150	Pentes, pression démographique, déforestation, sols vulnérables
Kapchorwa	173 800	52 140	30	67	Pentes, déforestation, pauvreté agricole
Mpigi	448 600	112 150	25	204	Surpâturage, feux de brousse, sols vulnérables
Arua	759 500	151 900	20	82	Pentes, sols vulnérables, pression démographique, surpâturage, pauvreté agricole
Bushenyi	490 600	981 200	20	149	Pentes, sols vulnérables, pression démographique, surpâturage
Kabarole	810 900	162 180	20	91	Surpâturage, sols vulnérables, pauvreté agricole, déforestation
Masindi (Rift Valley)	845 200	169 090	20	33	Sols vulnérables, feux de brousse,

Source: NEMA, 2001

Tableau 11 : Les défis de la dégradation des terres en Ouganda, par système de cultures

Système agricole	Zone	Causes de la dégradation des terres
Système intensif de production de bananes et production de café	Rive nord du lac Victoria, Mukono, sud-est de Mubende, sud de Luwero, Ssese Islands, Kampala et Entebbe, Jinja, Iganga, Mpigi, sud de Kamuli et est de Masaka et de Rakai	Des récoltes pérennes et des méthodes de culture intercalaire, bien qu'avantageuses, n'ont pas stoppé la dégradation des sols liée à une utilisation constante de petites parcelles qui ne bénéficient pas de mesures de restauration;
Banane,-café élevage à l'ouest	Bushenyi, Kabale, Rukungiri et parties de Mbarara	système foncier <i>mailo</i> Terre très fragmentée en raison de la pression démographique; déforestation alarmante; mauvaises pratiques agricoles et pentes fortes conduisant à l'érosion des sols ; système foncier coutumier
Kigezi Afro-montane (highlands du sud-ouest)	Zones de haute altitude à Kabale et Kisoro ainsi que les pentes nord des Monts Muhavura	La fertilité des sols diminue rapidement ; la fragmentation des terres augmente en raison de la pression démographique les diguettes sont de plus en plus érodées, peu entretenues pour plus d'exploitations ; en conséquence, augmentation de l'érosion des sols conduisant à des pertes de terre
Céréales coton élevage au nord et à l'est Céréales manioc tabac à l'ouest du Nil	Apac, Gulu, Kumi, Tororo, Soroti et quelques parties de Mbale Arua, Nebbi, Moyo, Adjumani, Yumbe	Erosion hydrique et éolienne, abandon de fait des diguettes de terre et de la jachère Déclin de la fertilité des sols, augmentation de l'érosion des sols

Source: Akello, 2002

3.4 - Conclusion

En conclusion de cette étude sur l'Ouganda, il résulte qu'en l'absence de données chiffrées récentes on ne peut que faire des hypothèses et extrapoler les quelques rares chiffres disponibles, ce qui donne une fourchette de 230 à 600 M \$ de perte annuelle dues à la dégradation des terres. N'ayant pas le PIB agricole, il est difficile de donner un avis sur l'importance relative de ce montant. Par ailleurs, aucun montant de projet d'investissement agricole n'est cité dans l'étude.

4 – LA DEGRADATION DES TERRES EN ETHIOPIE

Source: Berry L, and Olson J., 2003. Land degradation in Ethiopia: its extent and its impact. Florida Center for Environmental Studies, paper commissioned by Global Mechanism with support from the World Bank, 25 p.

L'Ethiopie est un pays de 1 104 000 km² avec 65 M d'habitants. C'est un pays extrêmement varié, comprenant des zones très montagneuses, humides, et des zones arides, et dans lequel l'agriculture compte pour 50% dans le PIB, absorbant 85 % de la force de travail et assurant 85% des recettes d'exportation. Le taux de croissance de la population est estimé à 2,3%/an.

4.1 – Généralités et chiffres globaux

Les pertes directes dues à la dégradation des terres ont été estimées à 3% du PIB agricole.

Seules les zones orientales de ce pays échappent à la dégradation des terres, qui est sévère dans les zones centrales montagneuses. Plusieurs études ont été conduites sur ces thèmes depuis 1986 en particulier celles effectuées par the *Highlands reclamation study* (EHRS- FAO 1986), par *the National Conservation Strategy secretariat* (Sutcliffe 1993), the *Ethiopian forestry action plan* (1993), *Effect of Soil Degradation in Agricultural Productivity in Ethiopia* (Keyser and Sonneveld, 2001).

L'érosion hydrique est la plus importante cause de dégradation, affectant 27 M ha (soit la moitié des Hautes – Terres). Le taux de perte est estimé à 130 T/ha/an pour les terres cultivées et 35 T/ ha/an pour les autres terres situées en zones montagneuses.

Le taux de déforestation est estimé entre 150 000 ha/an (Ethiopian forestry action plan) et 62 000 ha/an (World Bank, 2001). Une telle différence s'explique par des définitions différentes de la forêt : pour la FAO, toute superficie montrant plus de 10% de couverture du sol par de la végétation arborée est appelée "forêt", ce qui explique le taux élevé fourni par le Forestry Action Plan établi selon les critères FAO. Le taux de couvert forestier global en Ethiopie est passé de 16% à 2,2% entre 1950 et 2000.

Une étude de l'UNEP en 2001 estime que la dégradation des sols est maximale là où les sols sont peu fertiles et là où la densité de population est faible. En revanche, la fertilité semble être maintenue dans les zones peuplées, là où les agriculteurs peuvent investir en fertilisants. Sinon, la population étant très pauvre, la fertilité n'est pas maintenue et se dégrade. La zone la plus touchée est le Nord de l'Ethiopie. Ce rapport montre une perte annuelle de 30 000 ha due à l'érosion hydrique, 2 M ha étant très affectés. 4 000 ha sont perdus en raison de la salinisation des sols. Un milliard de tonnes de couche arable sont perdus par année. *Sur les Hautes Terres les pertes en sols sont de l'ordre de 4 à 84 T/ha/an*. La perte d'éléments fertilisants est évaluée à 30 kg/ha (N) et 15 à 20 kg/ha (P).

4.2 - Le coût de la dégradation des terres : méthode et résultats

A partir des données issues des diverses études menées depuis 1986, les auteurs ont évalué des coûts directs et des coûts indirects.

Les coûts directs comprennent :

- les coûts des nutriments perdus avec l'érosion de la couche arable, ou les coûts de remplacement ;
- la perte de production due à la perte de ces nutriments et aux pertes en sols ;
- les coûts de la déforestation (il s'agit en fait de la perte de production en bois);
- les coûts dus à la perte de capacité de charge du bétail ;

Les coûts indirects comprennent :

- la perte des services environnementaux "in situ" ;
- l'ensablement des barrages et des lits des rivières, qui est un coût "off site";
- l'accroissement de l'irrégularité des débits des rivières et la réduction de la capacité de stockage de l'eau qui est également un coût "off site"
- D'autres coûts indirects comme la malnutrition, l'augmentation de la pauvreté, les migrations, difficiles à quantifier.

Les estimations quantitatives les plus fiables des coûts directs sont celles basées sur les pertes en sols et en nutriments et leur impact sur la production. Elles ne prennent pas en compte les coûts indirects, par l'exemple l'ensablement des barrages ou des lits des rivières.

La perte de production a été estimée en 1994 à 106 M\$/an, soit 3% du PIB agricole. Les autres pertes sont estimées à 23 M\$/an pour la déforestation, 10 M\$/an pour la perte de capacité de charge de bétail ; le total donne 139 M\$/an, soit 4% du PIB agricole.

Ces coûts ne prennent pas en compte la malnutrition, les flux migratoires, l'augmentation de la pauvreté rurale et ceux des services rendus par les écosystèmes. Ils ne prennent pas non plus en compte les coûts environnementaux occasionnés dans les pays voisins comme les sédiments dans les rivières au Soudan, en Egypte, en Somalie.

Les tableaux 12 et 13 montrent les pertes en azote, les pertes de productivité correspondantes et la valeur monétaire de la production perdue pour deux céréales importantes, le maïs et le blé.

Tableau 12 : Pertes de rendement agricole dues au manque d'azote en raison de l'érosion

Culture	Perte de rendement (kg) par kg d'azote perdu	Degré de perte en nutriments (azote) (kg/ha)		Rendement p	erdu (Mg/ha)
	(ratio de réponse des cultures)	Bas	Elevé	Bas	Elevé
Maïs	9.6	36	429	0.345	4.12
Blé	6.9	36	429	0.248	2.96

Source: Sertsu 1999. Integrated soil management for sustainable agriculture and food security in Southern and East Africa

Tableau 13 : Valeurs monétaires des pertes de rendement de culture dues à la dégradation des sols

Culture	Perte en rendement (Mg/ha)	Prix du grain (Birr/kg)		Perte tot	ale (Birr)
		Elevé	Bas	Basse	Elevée
Blé	0.248	2.960	1.60	396.8	4 736
Maïs	0.345	4.118	0.80	276.0	3 294

Source: Sertsu 1999. Integrated soil management for sustainable agriculture and food security in Southern and East Africa

L'écart, pour le blé, varie entre 46 \$/ha et 544 \$/ha de perte monétaire ; pour le maïs il varie entre 31 \$/ha et 379 \$/ha. Si l'on applique la perte la plus basse aux 54 millions d'hectares cultivés dans les Hautes Terres on atteint une perte totale de 1, 674 milliards \$.

Le tableau 14 montre divers résultats selon des scénarios établis par Sonneveld (2002) :

Tableau 14 : Résumé des résultats des scénarios

Scénario	Conservation du sol	alimenta (en mil	uction aire nette liards de ; PPP)		alimentaire te (en Kcal)	tête, p	ajoutée par population rurale (SD; PPP)	tête: p	ajoutée par opulation otale SD; PPP)
		2010	2030	2010	2030	2010	2030	2010	2030
1. Stationnaire	Non	12.4	12.0	1083	685	218	162	627	1267
2. Contrôle	Oui	17.8	18.7	1611	1085	324	260	709	1330
3. Migration Restreinte	Non	15.9	16.1	1242	786	263	198	662	1290
	Oui	23.2	25.0	1801	1213	383	307	754	1360
Libre	Non	16.9	17.1	1317	833	279	210	674	1298
	Oui	24.2	26.0	1878	1264	399	320	767	1368
4. Technologie Stationnai /UN	re Non	43.5	42.9	3978	2681	706	519	1004	1497
/OIV	Oui	65.4	42.1	6228	5852	1060	1038	1277	1833
Stationnaire	Non	43.5	46.4	3968	2605	705	508	1021	1661
/AccUrb	Oui	65.3	84.4	6212	5682	1058	1021	1366	1992

Source: Sonneveld, 2002 p 192.

vulgarisation agricole.

Stationnaire: Pas de conservation du sol- technologie courante - croissance continue de la population

Contrôle: Investissement dans la conservation du sol stoppant ou réduisant le déclin- croissance continue de la population

Migration: Restreinte – indique des mouvements à l'intérieur de l'orbite des groupes ethniques traditionnels

<u>Libre</u> – indique des mouvements à l'intérieur et au delà des frontières ethniques

Technologie : Permet une production de meilleure qualité et un potentiel de production plus élevé.

Le scénario « on ne fait rien » donne les résultats suivants :

- le potentiel de production est réduit de 10% en 2010 et de 30% en 2030 ;
- la valeur ajoutée agricole par personne tombe de 372\$ en 2000 à 162 en 2030, tandis que l'on tombe de 1 971 cal/jour à 685 cal/jour en 2030

Il s'agit d'un scénario « désastre ». Les autres scénarios s'appuient sur des revenus non agricoles et des mesures de conservation et d'infrastructures. Sonneveld estime que la perte de production agricole entre 2000 et 2010 est d'environ 7 milliards de \$. En fait, les fourchettes donnent un écart situé entre 139M\$ par an et 1 milliard de \$ par an.

4.3 – Causes majeures de la dégradation des terres et projets d'investissement correspondants

Les auteurs passent en revue les raisons majeurs de la dégradation des terres: la déforestation, en faveur de terres cultivées, mais avec un risque croissant d'érosion accélérée; des changements rapides d'occupation des terres, réduisant les capacités d'infiltration; des sols cultivés en céréales et laissés à nu pendant trop longtemps, donc soumis à forte érosion; les déjections animales et les résidus végétaux sont de plus en plus convertis en combustibles domestiques; les terrains de parcours sont sur pâturés. Il faut ajouter à ces causes les périodes régulières de sécheresse, l'inaccessibilité de certaines zones rurales en raison du relief, le manque d'infrastructures et de marchés, la faiblesse des services de

Une dernière série de causes repose sur la question de l'augmentation de la population sans changement technologique, des restes importants de propriété féodale et gouvernementale, du manque de ressources financières des agriculteurs et de l'Etat pour investir, et de la faiblesse de l'Etat.

Les investissements dans le domaine de la conservation et de la gestion des terres n'ont jamais été considérés comme prioritaires, mais on constate une attention plus soutenue des donateurs depuis 2002. La plupart se concentre sur des aspects physiques et d'infrastructure. Par le passé, des centaines de milliers de km de banquettes, de courbes de niveau et de terrasses ont été effectuées, 500 millions d'arbres plantés. Mais finalement seuls quelques pour-cent des Hautes Terres ont été concernés, et ces travaux n'ont pas été entretenus. Une rapide analyse des projets en cours, basée sur des documents difficilement accessibles, permet de signaler les faits suivants, pour l'année 2002 :

- 463 M\$ sont consacré à l'agriculture et aux ressources naturelles, répartis en 26 projets de 1 à 70 M\$ chaque, d'une durée comprise entre 2 et 7 ans .Les donateurs principaux sont : IFAD, ADB, EU, Pays-Bas, Italie, UK, Suède, USA, Belgique, Canada, WWF, FAO; sur ce total 275 M\$ ont été consacrés au Sud Est (plutôt pour l'élevage) et 100 M\$ pour la région d'Amhara.
- la Banque mondiale et l'IDA ont un portefeuille de 85 M\$ sur 7 ans pour la sécurité alimentaire, 60M \$ sur 7 ans (fin en 2005) pour la recherche et l'éducation et 5 M\$ pour la biodiversité et les plantes médicinales. Entre 1988 et 1997, 85 M\$ ont été dépensés pour des engrais, 70 M\$ pour des projets d'élevage et 7 M\$ pour des projets de petite hydraulique.

4.4 - Conclusion

Les auteurs de ce rapport estiment que peu de projets en cours s'attaquent réellement aux causes profondes de la dégradation des sols. Les projets ne concernent que marginalement les questions de marché, de crédits aux agriculteurs, de conditions de vie. L'implication des populations dans la gestion de leurs ressources naturelles est reconnue comme un facteur clé. Des analyses régionales approfondies devraient être faites. Les informations disponibles dans les documents de projets, de surcroît pas toujours consultables, ne permettent pas de faire une étude directe de type coût avantages. On peut simplement annoncer un volume global de projets « agriculture- pastoralisme- ressources naturelles », qui se monte à 463 M\$ pour une durée moyenne de cinq ans provenant de diverse aides bi et multilatérales et à 145 M\$ provenant de WB/IDA pour une durée moyenne de sept ans.

5 – CONCLUSIONS SUR LES ETUDES RWANDA- OUGANDA- ETHIOPIE

Les trois études ont été menées par le même groupe de travail et donnent priorité à l'analyse des causes de la dégradation des terres, et notamment aux facteurs socio-historiques. En ce qui concerne la mesure des coûts de la dégradation des terres, le rapport sur l'Ethiopie est de loin le plus fourni parce que ce pays a fait l'objet de plusieurs études sur la question : les méthodes adoptées sont de deux types :

- évaluation de la perte de production à partir de la perte de productivité des sols, laquelle est dérivée des carences en azote du sol,
- scénarios de développement.

De façon générale, la faiblesse des données disponibles limite les évaluations quantitatives faites, qui, sauf dans le cas de l'Ethiopie se bornent au calcul de la valeur agricole perdue. Ces études mettent l'accent sur les enjeux sociaux de la dégradation des terres et sur les types de politique à adopter.

6 - DEUX ETUDES DE CAS: MAROC ET TUNISIE

Sources:

- République Tunisienne Evaluation de Coût de la Dégradation de l'Environnement, juin 2003, rapport METAP préparé par Maria Sarraf, Banque Mondiale
- Royaume du Maroc Evaluation de coût de la dégradation de l'Environnement, préparé par Maria Sarraf, Banque Mondiale

Deux rapports effectués pour la Banque Mondiale en 2003 présentent l'évaluation des coûts des dommages liés à la dégradation de l'environnement. Les deux rapports s'appuient sur une méthodologie commune et proposent un cadre analytique pour permettre la mise à jour et l'affinement des estimations produites. Les coûts de la dégradation de l'environnement sont considérés comme des pertes de bienêtre: pertes économiques, perte d'opportunité environnementale (par exemple pertes de fonctions récréatives) et perte d'un cadre de vie sain. Ces études évaluent les conséquences de la dégradation environnementale d'une part sur la santé et la qualité de vie (à travers l'utilisation du DALY⁸) et d'autre part sur le capital naturel. Six catégories environnementales sont distinguées: eau (a), air (b), sols, forêts et biodiversité (c), déchets (d), littoral (e), environnement global (f). Chaque catégorie environnementale est divisée en deux catégories économiques, impacts sur la santé et la qualité de vie; impact sur le capital naturel. Nous présentons l'impact des dommages liés à la désertification sur le capital naturel, c'est-à-dire les évaluations concernant les sols, la forêt, la biodiversité et l'eau dans le cas de l'envasement des barrages (impact « off site »).

L'évaluation socio-économique comprend trois étapes: l'identification, la quantification et l'inventaire des dommages (par exemple l'érosion des sols); la quantification des impacts de la dégradation (comme la perte de productivité agricole); et l'évaluation monétaire de ces impacts. Les impacts de la désertification sur la production agricole sont cependant évalués de façon distinctes dans le cas de la Tunisie et du Maroc.

Les estimations sont données en pourcentage du PIB. Ceci permet de faire une analyse temporelle en rapport avec la production de richesse : si on note un accroissement de ce pourcentage au cours du temps dans le cas d'évaluations ultérieures, alors la valeur monétaire des dommages environnementaux croît plus vite que le PIB. La traduction des dommages en pourcentage du PIB rend de plus possible les comparaisons entre pays. Quelques indicateurs de performance sont fournis en guise de présentation du pays considéré (voir tableau 15).

Tableau 15 : Quelques indicateurs de performance pour la Tunisie et le Maroc

	Tunisie, 1999	Maroc, 2000	MENA*, 1999
Taux de mortalité juvénile (pour 1000 naissances)	30	46	54
Croissance du PIB (moy. annuelle entre 1990-2000)	5,1%	2,6%	3,7%
Croissance de la population (moyenne entre 1990 et 2000)	1,9%	1,8%	2,4%
Espérance de vie à la naissance (nombre d'années)	73	68	68
Taux d'analphabétisme chez les femmes adultes	-	64	47
(%femmes>15ans)			
Emission de CO2 par Habt. (tonne métrique/Habt.)	1,8	1,3	3,9
Efficacité énergétique, PIB/unité d'énergie utilisée	2,9	3,8	1,6
(1995\$/kg équiv. Pétrole)			
Utilisation annuelle d'engrais (kg/ha de terre arable)	47	-	73
Véritable épargne intérieure (%PIB)	17,3%	-	-0,3%

^{* :} MENA, région Méditerranée, Afrique du Nord et Moyen-Orient, source : rapports Tunisie et Maroc

_

⁸ Disability adjusted life years, soit années de vie corrigée du facteur invalidité : l'étude estime les DALY perdus suite aux dégradations environnementales, pollution de l'eau et de l'air notamment.

Ces études ont été réalisées de façon à évaluer, d'une part les coûts des dommages (ordre de grandeur des bénéfices potentiels qui découleraient d'une gestion plus saine de l'environnement) et d'autre part, les coûts de remplacement (estimation des investissements nécessaires pour restaurer ou maintenir un environnement donné). Ces coûts de remplacement ne sont d'ailleurs pas toujours représentatifs de la meilleure technologie au meilleur coût (risque de sous-évaluation et de surévaluation de ces coûts). La conclusion des rapports est qu'il faut investir dans les actions environnementales qui engendrent le plus de bénéfices par unité de coût.

6.1 -Tunisie

Pour la Tunisie, *l'évaluation générale des coûts des dommages environnementaux, pour l'eau, l'air, les sols et forêts, le littoral et les déchets* s'élève à une *moyenne de 2.5% du PIB* soit 615 millions de DT/an. La fourchette est importante, entre 1,6 et 3,4% du PIB⁹. Les dommages sur l'environnement global, estimés à partir de la production de CO2, atteignent 0.6% du PIB¹⁰.

Pour les sols, ce sont les pertes de productivité agricole entraînées par l'érosion hydrique, par la salinisation et la désertification qui sont estimées. De la surface en terre perdue annuellement suite à ces phénomènes, on dérive la production perdue *via* le rendement moyen du blé à l'ha. Puis la valeur de cette production perdue est estimée à partir du prix international du blé.

- L'érosion hydrique retire 10 000 à 30 000 ha de terres annuellement, soit 0,1 à 0,3% du PIB.
- La salinisation retire 3 000 ha de terres productives (irriguées) chaque année et coûte 0.3% du PIB.

Le coût économique de la perte en sol est évalué entre 86,656 et 169,968 millions de DT soit entre 0,35 et 0,69% du PIB.

Le coût du déboisement est considéré comme non significatif : 2 000 ha de forêts sont perdus annuellement et les dommages en termes de perte en bois, en produits non ligneux et en usage indirect (pâture) pourraient être évalués ; cependant, les surfaces nationales en forêts augmentent suite au reboisement.

Le coût de la perte de biodiversité n'est pas évalué. Cependant, les auteurs retiennent des chiffres généraux, une fourchette de 44 à 23,7 millions de US \$ pour la valeur d'existence d'une espèce, 100 millions d'US \$ pour les bénéfices pharmaceutiques retirés de l'exploitation d'une espèce particulière (valeur marchande), et 20 US \$ par ha comme le coût de protection de la diversité biologique sur un espace pour en garantir l'usage de la biodiversité à l'avenir (valeur d'option). La perte de biodiversité est ici considérée comme un effet « in site » de la désertification.

Le coût de la désertification « in site » est alors estimé à 0,52% du PIB. Dans le cas des effets off site de la désertification, soit l'envasement des barrages, le coût est de 0.06% du PIB¹¹

Les coûts de remplacement liés à la désertification concernent les investissements nécessaires pour lutter contre l'érosion des sols et la salinisation : un coût global de 223 millions de dinars est annoncé dans le PAN (Programme d'Action National de Lutte contre la Désertification) tunisien.

Sur 20 ans et avec un taux d'actualisation (escompte) de 10%, ce coût s'élève à 26 millions de DT par an, soit 0.10% du PIB. Le reboisement coûte 1 000 DT par ha, soit 0.04% du PIB et le coût de remplacement de la diversité biologique est évalué à 0.02% du PIB. Le coût total annuel de

⁹ Soit 390-840 millions de DT par an.

¹⁰ Une émission de 23 millions de tonnes de CO2 annuel et un coût des dommages internationaux de 20\$ par tonne de carbone émise.

¹¹ 25 millions de m³ eau annuel sont perdus, évalués monétairement à partir du coût d'opportunité de l'eau, soit 0,64 DT par m³.

remplacement lié à la désertification est de 0,16 % du PIB, ce qui est nettement inférieur au coût de la désertification, de l'ordre de 0,5% du PIB.

6.2 - Maroc

Au Maroc, le coût total de la dégradation de l'environnement en 2000 est de 13,1 milliards soit 3,7% du PIB (eau, air, littoral, déchets, sols et forêts). La fourchette se situe entre 2,75 et 4,65% du PIB¹². Les dommages sur l'environnement global représentent 0,9% du PIB qui viennent s'ajouter au chiffre précédent¹³.

Le coût de la dégradation des terres de cultures peut être estimé à travers la valeur de la production agricole perdue suite à une diminution de la productivité de la terre. La culture céréalière sert de base pour ce calcul.

Le coût de la dégradation des terres de parcours est estimé à partir de la valeur de la production fourragère perdue.

Le rapport évalue l'étendue des surfaces désertifiées au Maroc : 8.7 millions d'ha sont concernés. Deux degrés de désertification sont distingués, plus de 50% ou érosion modérée et moins de 50% ou érosion légère, ainsi que les surfaces en terres de cultures correspondantes. La production perdue est obtenue à partir de la baisse associée des rendements en céréales. Le prix du blé au producteur est utilisé pour valoriser monétairement la production perdue (voir tableau 16). Le coût obtenu varie entre 842 et 1683 millions Dh par an avec une moyenne de 1 263 millions de Dh soit 0.36% du PIB.

Tableau 16 : Estimation du coût de la dégradation des terres de culture

Tuoteun 10 : Estimation un com uc n		
	Borne inférieure	Borne supérieure
Erosion modérée	25%	50%
Terres agricoles dégradées (000ha)	2 175	4350
Taux de baisse	20%	20%
Baisse du rendement (qx/ha)	2	2
Production perdue (000qx)	4350	8700
Valeur perdue (millions Dh)	1 122	2 244
Erosion légère	50%	100%
C		
Terres agricoles dégradées (000ha)	4 350	8700
Taux de baisse	5%	5%
Baisse du rendement (qx/ha)	0,5	0,5
Production perdue (000qx)	2 175	4 350
Valeur perdue (millions Dh)	561	1122
Moyenne	842	1 683

Source : Royaume du Maroc, évaluation du coût de la dégradation de l'environnement, 2003, Banque Mondiale

Le calcul du coût de la production fourragère perdue s'appuie sur la mesure des surfaces en parcours et la part des parcours dégradés; 46% des parcours steppiques et 19% des parcours forestiers sont dégradés. Sur la base de la production fourragère par ha (en zone steppique et zone forestière), et des taux de perte fourragère retenus 6% et 10%, le rapport évalue la fourchette du nombre d'Unités

¹² Soit entre 9,7 et 16,5 milliards de Dh annuels.

¹³ 54 millions de tonnes de CO2 émise annuellement à 20\$ par tonne de carbone émise.

Fourragères (UF) perdues. Il fait le constat d'une perte de 26 à 44 millions d'UF en zone steppique et de 32 à 54 millions d'UF en zone forestière. En se basant sur le prix de l'orge (227 Dh le quintal), le coût de la production fourragère perdue suite à la dégradation des terres de parcours s'élève en moyenne à 178 millions soit 0,05% du PIB en 2000¹⁴.

L'estimation totale de la dégradation des sols se situe entre 975 et 1900 millions de Dh, pour une moyenne de 1440 millions de Dh soit 0,41% PIB.

Pour compléter l'estimation directe des coûts de la désertification, le coût de la déforestation est ensuite évalué à partir de la perte de produits ligneux et de produits non ligneux :

- La perte de produits ligneux : on se limite à évaluer la valeur du stock de bois perdu dans les incendies. 31 000 ha sont détruits chaque année, dont 4 500 ha incendiés. A partir d'un taux de perte du bois de 22m³ par ha et de sa valeur marchande à 675Dh par m³, on obtient un coût de 82 millions de Dh de perte annuelle ; les autres pertes de produits ligneux sont dus au défrichement, 4 500 ha et à la collecte du bois de feu, 22 000 ha.
- La perte de produits non ligneux : aspects récréatifs, protection du sol, réduction de la pollution, valeur d'existence de la forêt (cf. tableau 16 des valeurs de la forêt). La valeur estimée des produits non ligneux se porte à 145 \$ par ha dans les pays développés et à 112 \$ dans les pays en développement. Rapporté à 31 000 ha de perte annuelle de forêts, la perte de produits non ligneux est évaluée à 37 millions de Dh de perte annuelle.

Les fonctions d'environnement de la forêt ne sont pas évaluées, et notamment, parmi elles, la perte de biodiversité relative au déboisement.

Tableau 17 : Les fonctions de la forêts et les méthodes d'évaluation

Fonctions	Type de valeur	Méthode d'évaluation
Fonctions de production :		
- Produits ligneux	Valeur d'usage	Prix de marché
- Produits non ligneux	Valeur d'usage	Prix de marché, coût d'opportunité
Fonctions d'environnement :		
Récréation	Valeur d'usage	Coûts de transport, évaluation contingente
Paysage	Valeur d'usage	Evaluation contingente
Protection des sols	Valeur d'usage	Evaluation contingente
Réduction de la pollution	Valeur d'usage	Evaluation contingente
Séquestration du carbone	Valeur d'usage	Evaluation contingente
Biodiversité*	Valeur de non-usage	Evaluation contingente
Existence de la forêt	Valeur de non-usage	Evaluation contingente

Source: Royaume du Maroc, évaluation du coût de la dégradation de l'environnement, 2003, Banque Mondiale

Au Maroc, le coût total de la dégradation des sols et de la déforestation s'élève à 1560 millions de Dh, soit 0,44%PIB.

En plus des effets « in site » de la désertification évalués ci-dessus, les auteurs estiment les effets off site à partir du coût de l'envasement des barrages marocains : 50 millions de m³ sont perdus annuellement ce qui correspond à une perte d'irrigation de 5 000 ha par an. Cet envasement provoque :

- une perte de 60 millions de KWh par an,

1

^{* :} faune sauvage et altération des écosystèmes

¹⁴ Soit entre 134 et 223 millions de Dh annuels.

¹⁵ Pour un volume moyen annuel de production d'eau de 11 milliards de m³.

- une perte de 40 millions de m³ d'eau potable et industrielle.

Soient 2 Dh le m³ d'eau et 0.7 Dh le KWh, le coût total des pertes « off site » liées à la désertification est de 122 millions de Dh soit 0.03% du PIB.

Le rapport s'intéresse enfin aux coûts de remplacement des pertes évaluées. Les principaux coûts de remplacement sont les suivants :

- 150 millions de Dh pendant 20 ans pour la lutte contre l'érosion,
- le coût de reboisement d'un ha s'élevant à 12,260 Dh en 2000, il faut 380 millions de Dh pour reboiser la totalité de la surface déboisée.

Le total des coûts de remplacement atteint 540 millions de Dh, chiffre inférieur aux coûts de la dégradation qui ne prennent pas en compte tous les bénéfices de la forêt et des sols.

6.3 – Conclusion sur les rapports Maroc et Tunisie

Bien que suivant un cadre général commun, les deux rapports utilisent deux méthodes distinctes pour évaluer le coût de la désertification : dans le cas de la Tunisie, la surface perdue en terre sert de base au calcul de la production perdue ; dans celui du Maroc, c'est la perte de productivité liée à la désertification qui permet d'obtenir la perte de production. Dans les deux rapports, on ignore la source de la mesure des surfaces agricoles perdues et l'origine du choix des taux de perte de productivité utilisés.

Une évaluation des coûts « off site » de la désertification pour ce qui concerne l'envasement des barrages lié à la perte en sol est proposée. L'impact sur la biodiversité n'est pas estimé. Le rapport Maroc est le plus fourni qui donne une évaluation, même sommaire, du coût de la déforestation.

Les coûts de réhabilitation ou de remplacement sont annoncés mais on ignore leur modalité de calcul. Dans les deux cas, ils sont inférieurs au coût de la désertification. C'est donc une analyse de type coût avantages qui est réalisée, même si, pour l'affirmer catégoriquement, des informations sur la source des coûts de réhabilitation seraient nécessaires.

7 – LES COUTS DE LA DEGRADATION DES TERRES EN AFRIQUE SUB-SAHARIENNE, 12 ETUDES DE CAS

Source: Bojö, 1996. The costs of land degradation in sub-Saharan Africa, Ecological Economics 16, 161-173

7.1 – Généralités et résultats

L'auteur présente une revue des études nationales conduites sur les coûts de la dégradation des terres en Afrique sub-saharienne. La question des coûts de la réhabilitation n'est pas traitée, mais le document fait une revue des différentes méthodes d'estimation employées dans les études répertoriées au nombre de 12. Elles concernent l'Ethiopie (3 études), le Ghana, le Lesotho, Madagascar, le Malawi, le Mali, la République Sud-africaine et le Zimbabwe (3 études).

L'article commence par quelques remarques préliminaires sur la nature des résultats produits par ces études.

- Les coûts sont bruts, ne prenant pas en compte les investissements réalisés dans le domaine de la conservation des eaux et des sols.
- La plupart des études ne prennent en compte que la perte de productivité liée à la dégradation des terres d'une année, et non les effets sur plusieurs pas de temps de cette dégradation, ni son degré d'irréversibilité.
- Lorsque l'étude tient compte de l'impact de l'érosion d'une année sur plusieurs années consécutives, les pertes futures des revenus agricoles liées à l'érosion de cette année peuvent être

- ramenées à des pertes présentes moyennant l'utilisation d'un taux réel social d'actualisation. Ainsi peut-on calculer les pertes cumulées de la dégradation d'un sol (voir encadré 2).
- Les coûts actualisés -c'est-à-dire le coût présent des dégradations futures de la terre, dépendent du choix du taux social d'actualisation : ce choix, de nature politique, peut faire considérablement varier le niveau de ces coûts. Un taux de 10% a été appliqué aux différentes études pour permettre une comparaison transnationale.
- Les unités choisies pour exprimer ces coûts sont soit absolues, soit rapportées aux GDP agricoles, au GDP (produit domestique brut) ou encore au GNP (produit national brut). Les résultats ont été convertis en US \$ de 1994 pour tenir compte des effets de l'inflation.
- Les estimations des pertes de revenu agricoles ne prennent en compte que les productions principales des pays, parfois les pâturages. Il en résulte des variations importantes dans les estimations réalisées.
- L'auteur distingue les coûts « in site » des coûts « off site » d'un point de vue théorique : les coûts « in site » sont ceux internalisés par un retour financier, la perte de récolte associée à la dégradation d'un sol par exemple ; les coûts « off site » sont des externalités, et ne sont donc pas pris en compte par des mécanismes marchands. Dans la plupart des études, ces derniers ne sont pas évalués.

Encadré 2 : Perte annuelle immédiate et perte future actualisée

La perte brute annuelle immédiate (GAIL, Gross Annual Immediate Loss) représente la perte totale de production d'une année due à la dégradation de l'année précédente.

GAIL = P dq avec

P: prix à la tonne

DQ : production perdue par rapport à l'année précédente en raison de la dégradation des terres

Il est difficile d'attribuer la variation de productivité d'une année sur l'autre à la seule dégradation des terres, notamment en raison des variations pluviométriques.

La perte brute future actualisée (GDFL, Gross Discounted Future Loss) = GAIL $(1 + r)^n - 1/r (1 + r)^n$

Avec n le nombre d'années considérées et r le taux social d'actualisation. Si n s'approche de l'infini alors : GDFL = GAIL/r

Ces mesures sont rapportées au GDP ou au GDP agricole.

Source : Bojö, 1996

La dégradation des terres comprend toute forme de processus qui entraîne une baisse de productivité de la terre. Les usages principaux de la terre en Afrique sub-saharienne sont pastoraux et agricoles. Les méthodes employées peuvent être regroupées sous deux chapitres: le calcul des coûts de remplacement (des nutriments perdus) et les mesures de productivité des terres.

Pour mesurer l'évolution de la productivité plusieurs moyens sont possibles :

- des jugements d'experts,
- la perte constatée de rendement des sols,
- des modèles de perte en terres ou de simulation de croissance des plantes.

Les tableaux 18 et 19 donnent les résultats des différentes études :

Tableau 18: Mesures des pertes physiques (moyenne nationale de production agricole)

Pays/ Etude	Perte physique	Perte de productivité	Perte de productivité
	(t/ha, produit net)	(%)	(% par cm)
Ethiopie			
- FAO(1986)	130/100	1-3	1,3-3,9
- Sutcliffe (1993)	45	0,6-0,8	1,8-2,3
- Bojö et Cassels (1994)	42/20	0,4	2,6
Ghana			
Convery et Tutu (1990)*	Non disponible	n.d	n.d.
Lesotho			
Bojö (1991)	20	1	5
Madagascar			
World Bank (1988)	n.d.	10	n.d.
Mali			
Bishop et Allen (1989)	20	4-11	26-72
Malawi			
World Bank (1992)	6,5	2-10	40-100
Afrique du Sud			
Mc Kenzie (1994)	5	0,04-0,1	1-3
Zimbabwe			
- Stocking (1986)*	50	n.d.	n.d.
- Norse et Saigal (1992)*	n.d.	n.d.	n.d.
- Grohs (1994)	43	0,3-1	1-3

Source : Bojö, 1996 * : la méthode utilisée est celle des coûts de remplacement

Tableau 19 : Mesure des coûts économiques de la dégradation des terres

Pays/ Etude	GAIL (US \$	GAIL (% AGDP)	GDFL (US \$	GDFL (%AGDP)
	million)		million)	
Ethiopie				
- FAO(1986)	14,8	<1	-	-
- Sutcliffe (1993)	155	5	15	<1
 Bojö et Cassels 				
(1994)	130	4	22	<1
Ghana				
Convery et Tutu (1990)*	166,4	5	-	-
Lesotho				
Bojö (1991)	0,3	<1	3,2	5
Madagascar				
World Bank (1988)	4,9-7,6	<1	-	-
Mali				
Bishop et Allen (1989)	2,9-11,6	<1	19,3-76,6	4
Malawi				
World Bank (1992)	6,6-19	3	48-136	18
South Africa				
Mc Kenzie (1994)	18	<1	173	4
Zimbabwe				
- Stocking (1986)	117	9	-	-
- Norse et Saigal	99,5	8	-	-
(1992)				
- Grohs (1994)	0,6	<1	6,7	<1

Source: Bojö, 1996

GDP: produit national brut; AGDP: produit agricole national brut; GDFL inclut uniquement la valeur présente des pertes futures.

La grande disparité des résultats est à souligner, notamment au sein d'un même pays, comme l'Ethiopie. Les techniques employées pour parvenir à ses résultats sont différentes.

7.2 – Techniques d'évaluation utilisées pour les coûts de remplacement

Il s'agit de calculer la perte en nutriments des sols, de la valoriser monétairement, en utilisant le coût des engrais commerciaux. La méthode des coûts de remplacement évalue la perte en productivité pour une année dite perte instantanée.

Dans l'étude sur le Ghana (Convery et Tutu, 1990), la mesure des taux d'azote et de phosphore perdus par le sol de culture provient d'une étude de la Banque Mondiale ; ces pertes sont multipliées par le prix local des engrais en tenant compte des subventions.

Au Mali (Bishop et Allen, 1989), le taux moyen de perte en sol est évalué à l'hectare via l'Equation Universelle de Perte en Sol (USLE)¹⁶. Les pertes en nutriments associées sont dérivées des résultats de l'équation en utilisant une série de régressions. Le coût de cette perte est évalué à partir du prix de marché des engrais commerciaux. La surface totale soumise à l'érosion est prise en compte pour le calcul national¹⁷.

¹⁶ Cette équation repose sur la prise en compte d'une série de facteurs : érosion pluviale, érosion du sol, degré de la pente et longueur, croissance des plantes cultivées et pratiques de conservation (voir encadré p. 22)

¹⁷ Les auteurs utilisent en fait les deux méthodes, coût de remplacement et perte de productivité, dans leur évaluation : la comparaison effectuée entre le coût de remplacement et les pertes en productivité montre que le premier se situe dans la partie basse de l'intervalle de perte de productivité.

Au Zimbabwe, l'étude de Stocking part d'une série de données sur la perte en nutriments de sols tropicaux : l'auteur calcule la relation entre la perte en sols et la perte en nutriments, azote, phosphore et carbone, pour deux types prédominants de sols. En faisant l'hypothèse d'un taux moyen d'érosion en nappe pour les quatre principaux systèmes agricoles du pays (cultures et élevages), la quantité de nutriments perdus est évaluée avec le prix financier des engrais.

Cette étude a été prolongée par Norse et Saigal sur la base d'un travail sur les budgets du sol en nutriments (Stoorvogel et Smalling, 1990), qui incorpore les inputs en minéraux dans le sol tels que les engrais minéraux, les engrais commerciaux, les dépôts du vent et de la pluie, la fixation de l'azote et la sédimentation, pour calculer les outputs (récoltes, résidus de récolte, lessivage, perte en gaz et érosion). Les auteurs en concluent que Stocking a surestimé de 20% le coût des pertes en nutriments en excluant les sources d'input.

Les techniques utilisées sont à la fois des mesures de terrain et des modèles permettant de passer de la mesure de la perte en sol à celle de la perte en nutriments. La modélisation permet aussi de quantifier les pertes au niveau national, sans devoir recourir à un protocole extrêmement lourd de relevé de terrain.

7.3 – Techniques utilisées pour la mesure de la perte en productivité

Les études réalisées dans ce cadre se focalisent généralement sur le seul impact de l'érosion pluviale.

Certaines se fondent sur les jugements d'expert pour évaluer la perte de productivité des sols, en l'absence de données nationales sur le processus de dégradation des terres. C'est le cas de la République d'Afrique du Sud et de Madagascar.

Dans le cas du Malawi, la perte moyenne en sol par district et zone de développement agricole est estimée à partir d'un ensemble de rapports officiels, de cartes d'érosion réalisées à partir d'un modèle de perte en sol conçu pour l'Afrique du Sud et de cartes d'usage des terres du pays. L'impact de ces différents niveaux de perte en sol sur les rendements agricoles individuels est obtenu en appliquant un modèle de référence sur le sujet, sans que l'on connaisse son degré de pertinence pour le Malawi et en l'absence de données de terrain permettant de confirmer les résultats obtenus. Les pertes agricoles sont calculées au niveau des exploitations à partir des données du Ministère de l'Agriculture et au niveau national, en utilisant les données sur les systèmes de culture du rapport annuel sur l'Agriculture.

Dans l'étude sur le Mali, la méthode des coûts de remplacement est appliquée. Cependant, l'objectif premier de ce travail est le calcul des coûts « in site » de l'érosion en termes de perte agricole. Les estimations des pertes en sol sont réalisées à l'aide de l'USLE. Les rendements conséquents sont obtenus à partir d'une fonction exponentiellement décroissante des pertes cumulées de sol, laquelle est dérivée d'un travail sur les coefficients de déclin mené au Nigeria (Lal, 1981). Cette fonction se résume ainsi :

 $Y = Ce^{-bx}$

Y: rendement en tonnes par ha,

C: rendement sur le sol non érodé

B : coefficient de déclin

X : perte en sol cumulée à l'ha

Comme la perte en sol d'une année affecte les rendements pendant plusieurs années, le même taux de perte est retenu pour les dix années suivantes. La valeur présente est estimée à partir avec un taux d'actualisation de 10%.

Dans l'« Ethiopian Highlands Reclamation Study » (EHRS, FAO, 1986), l'approche retenue se fonde sur l'idée que l'érosion réduit la productivité premièrement par la perte la perte de capacité de rétention en eau des sols et deuxièmement, par les conséquences de cette dernière sur la couverture végétale. Pour obtenir la mesure de la perte moyenne en sol, l'étude utilise une méthode proche de l'Equation

Universelle de Perte en Sol (USLE); elle compare la mesure obtenue avec celle de la profondeur des sols restants dans les Highlands. Elle tente ensuite de répondre à la question « quel est l'impact de cette réduction de la profondeur des sols et de la baisse de capacité de rétention d'eau des sols sur la production agricole? », en faisant des hypothèses sur la baisse des rendements des cultures et des pâturages, testées dans des scénarios, et en affirmant que seulement 10% de la perte brute en sol représente une perte annuelle pour le système agricole, car 90% des sols perdus se redéposent sur des catégories variées de terres¹⁸. L'étude en dérive la perte agricole et en bétail au niveau des exploitations et au niveau national sur la période 1985-2010 en utilisant les prix de marché.

L'étude sur le Lesotho estime le coût de l'érosion à partir des données concrètes. Des modèles de production des cultures principales au niveau agrégé sont testés. Puis, des taux différents d'érosion en fonction des districts concernés, sont utilisés pour voir émerger une relation statistique avec l'évolution des récoltes. La variable érosion est bien affectée d'un signe négatif, mais il n'y a pas de liens statistique constaté entre les deux phénomènes ni à l'échelle nationale, ni à l'échelle du district. D'autres forces que l'érosion déterminent le rendement au cours du temps, en particulier la pluviométrie. L'étude de Grohs sur le Zimbabwe, qui tente une approche similaire n'obtient pas plus de résultats.

L'étude de Sutcliffe sur l'Ethiopie (1993) utilise un premier modèle d'évolution des sols pour obtenir la profondeur minimale de sol permettant les pratiques agricoles, et la profondeur maximale au delà de laquelle l'érosion n'affecte pas les cultures. Un second modèle développé par la FAO relie la valeur mensuelle de la pluviométrie, le degré de rétention en eau du sol, l'évapotranspiration et la demande en eau des cultures pour obtenir un index de satisfaction en demande en eau, à partir duquel sont estimées les pertes de rendement agricole. Elles sont ensuite valorisées monétairement ¹⁹.

Bojö et Cassells, toujours pour l'Ethiopie s'appuie sur l'étude précédente et en contestent les résultats qu'ils jugent surestimés de moitié : ils appuient leur critique sur l'utilisation d'une matrice de transfert des sols. Elle montre l'impact de l'apport en sédiments sur chaque type de terre.

Enfin, des modèles de croissance des plantes permettent aussi d'estimer l'impact de l'érosion sur la productivité des sols (Grohs, Zimbabwe). La distribution de l'érosion en nappe est d'abord cartographiée et quantifiée. Puis les modèles sont utilisés : ils évaluent l'impact d'un ensemble de caractéristiques physico-chimique des sols sur la productivité des sols. La perte de revenu des paysans est évaluée à l'aide de budgets de récolte, pour six céréales, et obtenus à l'échelle du district. Les coûts du travail et du transport diminuent au fil du déclin des rendements. Les autres coûts restent fixes. Les résultats sont agrégés au niveau national.

Dans le détail, les techniques utilisées sont distinctes mais font appel comme dans le cas précédent à des relevés de terrain, et des modèles permettant d'évaluer l'impact de l'érosion sur la productivité. Dans le cas du Zimbabwe, les méthodes de coûts de remplacement, et la technique de mesure de la perte de productivité à partir de l'exploration du lien statistique entre érosion et productivité donne des résultats distincts mais proches, alors que le recours aux modèles de croissance des plantes pour estimer la variation de productivité liée à l'érosion amène à un résultat considérablement plus faible que les précédents.

7.4 - Conclusion

-

¹⁸ Ces dépôts peuvent avoir des effets positifs comme négatifs, mais les bénéfices des dépôts de sols sur le revenu des paysans seraient insignifiants, alors que ces mêmes dépôts nuisent à la perméabilité des sols, et à leur productivité. Mais ces coûts « off-site » de l'érosion ne sont pas estimés quantitativement.

¹⁹ Sutcliffe utilise également la perte des sols en nutriments qu'il relie à la perte de productivité des sols. Les coûts obtenus dans ce cas sont bien plus élevés que ceux de l'érosion.

Les résultats donnés par cette étude en termes de coût de la dégradation des terres varient entre moins de un pour cent du GDP agricole et neuf pour cent, ce qui représente un écart considérable : en effet, sur 12 cas d'étude, la moitié présente un coût de la dégradation des terres inférieur à 1% du GDP agricole, 4 études entre 3 et 5% et deux études, 8 et 9%.

En dépit de la disparité des résultats qui tend à compromettre la validité des chiffres obtenus, cette étude présente de nombreux intérêts quant à l'évaluation des coûts de la dégradation des terres :

- elle rappelle de façon théorique et rigoureuse les différentes méthodes d'évaluation et présente les résultats obtenus pour un nombre conséquent de pays,
- elle montre que la méthode des coûts de remplacement est essentiellement traduite par la recherche des liens entre les pertes en sol et les pertes en nutriments.
- elle différencie, pour la perte en productivité, les techniques permettant de passer de la mesure en perte de sol à la perte de productivité, celles statistiques essentiellement fondées sur les données réelles, et enfin les techniques de modélisation du fonctionnement des sols et des plantes, en soulignant la disparité des modèles utilisés. Certains sont d'ordre général, d'autres plus appliqués.
- elle insiste sur la variabilité des résultats obtenus, à la fois au sein d'un même pays (valeurs absolues et relatives) et entre pays (valeur relative, rapportée au GDP et au GDP agricole). L'origine de cette variabilité est difficile à cerner :
 - o est-elle liée aux techniques différentes d'évaluation dans le cas d'un même pays (Zimbabwe, Ethiopie) ? et dans ce cas, comment évaluer la validité de chacune ?
 - est-elle due à la prise en compte ou non de l'ensemble des phénomènes concernant les sols, en particulier de l'apport en sédiments, même dans un contexte de dégradation des terres ?

Cette étude a de surcroît le mérite de montrer combien est délicat l'exercice d'évaluation de la dégradation des terres en détaillant la complexité des techniques utilisées au sein des deux méthodes de référence, les coûts de remplacement et la perte en productivité.

8 – Leçons tirees de l'etude des impacts et des couts de la degradation des terres dans sept pays.

Source: Berry L., Olson J., Campbell D., 2003. Assessing the extent, cost and impact of land degradation at the national level: findings and lessons learned from seven pilot case studies. Comissionned by Global Mechanism with the support from the World Bank, 28p.

8.1 - Généralités

Cette étude de nature beaucoup moins méthodologique que la précédente, porte sur sept pays (Chine, Ethiopie, Mexique, Ouganda, Rwanda, Chili et Indonésie) Les trois auteurs sont Léonard Berry, responsable, ancien Professeur de géographie et chercheur à la Florida Atlantic University, David Campbell et Jennifer Olson, de la Michigan State University. L'initiative et le financement viennent de la Banque Mondiale et du Mécanisme Mondial, des apports particuliers viennent de la FAO et de l'IFAD. Elle est basée essentiellement sur des documents disponibles et des statistiques nationales.

Une des premières conclusions provenant des sources nationales est que la productivité agricole dans les pays analysés baisse régulièrement, entre 3 à 7%/an, et que les investissements actuellement faits pour y remédier sont inférieurs à ces taux. Les gouvernements sont au courant de cette situation mais jusqu'à présent les efforts consentis sont typiquement « top- down » et centrés essentiellement sur des aspects physiques de lutte contre l'érosion et sur la baisse de fertilité des sols.

Les auteurs mentionnent partout les difficultés d'accéder aux sources de données et l'inconsistance de celles-ci. La base de leur analyse est la perte de fertilité des sols. Le tableau ci-dessous synthétise les cas rencontrés.

Tableau 20 : Les résultats des études de cas

Pays	Etendue de la dégradation de la terre	Coût de la dégradation des terres	Niveau de réponse	Type de réponse
Chine	Large, spécialement au nord et à l'ouest	\$7.76 milliards Direct \$ 31 milliards Indirects 4% GDP	\$ 1-2 milliards annuels	Foresterie, Structures physiques (?)
Ethiopie	Highlands zones les plus arides 50% des highlands	4% AGDP Direct, pauvreté aigüe	0.2 –0.5 % Ag GDP	Fertilisants, Structures physiques (?)
Mexique	65% de la surface en terre	\$3.5 milliards Migration	Variable sur la durée, dur à quantifier	Changement de politique. Reforestation
Ouganda	Variable 60% la surface en terre	4% GNP?	Dur à quantifier	Terrassement au sud-ouest
Rwanda	Extrême spécialement dans le sud-ouest	3.5% Ag GDP Direct, pauvreté aigüe	Dur à quantifier	Politique de terrassement centralisée
Chili (Coquimbo)	Large	50% sur le blé 23% élevage de chèvres	Inconnu	Inconnu
Indonésie	Variable	0-4% de la valeur des récoltes	Inconnu	Gestion à long terme du sol et de l'eau

Source: Berry et al, 2003

Les auteurs recommandent pour l'avenir des projets de réhabilitation des approches intégrées, commençant par l'analyse des politiques, le renforcement des capacités, la recherche des causes directes et indirectes de la pauvreté. En effet, tous les cas d'étude montrent une relation directe entre la dégradation des terres et la pauvreté. On note en général que :

- le lien pauvreté- dégradation est élevé quand il n'y a pas de diversification agricole, pas de culture et/ou d' élevage suffisamment rémunérateurs et qu'il n'y a pas de diversification des sources de revenus,
- les politiques menées peuvent être causes ou remède à la dégradation des terres. Les impacts indirects des contextes économiques et sociaux sont énormes,
- les montants d'investissements relevés dans les études de cas sont toujours inférieurs aux pertes constatées.

8.2 - Les méthodes et les données

Les auteurs relèvent les points suivants :

- les pertes directes de production/productivité dans les domaines de l'agriculture, l'élevage, les forêts, la pêche, la qualité des eaux sont à peu près mesurables; les méthodes utilisent des données au niveau des parcelles et/ou des exploitations agricoles mais aussi des données nationales. Les données sur les parcelles insistent trop sur les effets locaux et peu sur les effets « off site ». Les données nationales ne prennent pas en compte les pertes en biodiversité et ne tiennent pas compte des analyses régionales.
- On ne trouve pas dans ces rapports de distinction entre les coûts/avantages au niveau des agriculteurs et ceux au niveau national;
- Il n'y a pas de méthodes pour évaluer les coûts indirects, et spécialement les coûts « off site » , au delà des zones étudiées : on manque de données et de cadres conceptuels, que ce soit pour les coûts environnementaux comme pour les coûts sociaux ;

- il y a donc des besoins de définition de cadres conceptuels permettant d'englober toutes les causes et tous les effets ;
- il y a des besoins d'établir des partenariats pour renforcer les capacités nationales et régionales.

8.3 - Les leçons générales en ce qui concerne les investissements agricoles

- Les investissements pour atténuer la dégradation des terres peuvent être économiquement rentables au niveau de l'agriculteur quand les conditions de marché assurent un retour (Chine, Indonésie).
- Ces investissements ne sont pas rentables au niveau de l'exploitation agricole dans les zones très dégradées, là où la rémunération des cultures est faible, là où les coûts de main d'œuvre sont élevés (Ethiopie, Chili).
- Les investissements d'Etat ont rarement été soutenus par les agriculteurs sur le long terme car ceux-ci sont trop « top down », avec des techniques non adoptables, ils sont conçus sur le court terme et limités à des solutions purement techniques, sans prise en compte des contextes socio-économiques et des autres facteurs de la gestion des terres (questions foncières, systèmes de culture,...).
- Les régions qui sont les plus dégradées supportent des densités de population rurale élevées dont la vie dépend de l'exploitation des ressources naturelles. Les taux d'accroissement de ces populations sont aussi élevés et les sécheresses de plus en plus fréquentes. Il en résulte une dégradation des niveaux de vie, une réduction de la productivité des sols, une baisse des ressources en eau et en matériel végétal. Dans ces conditions, la recherche de ressources autres qu'agricoles est primordiale, la définition de politiques de restauration et de réhabilitation est indispensable. Ces politiques doivent se baser sur des prix agricoles élevés, stables et des politiques de sécurisation foncière.
- La question de la croissance de la population est discutée : pour certains, c'est une cause de l'aggravation de la dégradation, assortie de départs en migration vers d'autres zones rurales ou vers des villes ou vers l'étranger. Cela a pu déclencher des facteurs d'intensification de l'agriculture selon la qualité de l'environnement économique et du foncier. Sur cette question les débats sont ouverts entre les tenants de la gestion communale des biens, des biens communs et de la propriété privée. Les auteurs pensent que la sécurité foncière est plus importante que la forme de la propriété.
- Un autre point abordé est celui de l'échelle, selon que l'on raisonne au niveau de l'exploitant agricole ou au niveau national.
- Les conflits politiques ont un impact très négatif sur la dégradation des terres et provoquent des phénomènes migratoires très dérangeants à tous points de vue.
- L'analyse de ces systèmes complexes doit prendre en compte les incertitudes, les interactions entre échelles de temps et d'espaces, entre le sociétal et l'écologique.

8.4 - Les leçons générales pour effectuer des études de coûts de la désertification

Les auteurs ont toujours essayé de rassembler deux catégories de données:

- D'une part, les données statistiques nationales de production agricole sur plusieurs années afin de dégager des tendances, en essayant d'avoir des données régionalisées. Cela est généralement difficile et par ailleurs ces données, même vérifiées par la FAO, ne sont pas toujours très fiables.
- D'autre part des données localisées provenant soit de projets de développement, soit de stations de recherche agronomiques qui font des mesures de pertes en terre et de pertes de nutriments. Ces données sont rares et elles sont très ponctuelles, il est difficile de les généraliser.
- Il y aurait donc lieu, à chaque fois que cela est possible, de "contextualiser" les données locales afin de tenter des généralisations dans des limites spatiales et temporelles connues.

- On note de plus que les montants des projets cités sont approximatifs, sans dates de durée des projets et sans référence à des espaces bien délimités.
- Enfin, par ailleurs, les auteurs recommandent que dans de futures études les différents « capitaux » du développement durable soient pris en compte : le capital social, le capital humain, le capital naturel et le capital fixe. Ils rappellent les huit conditions de succès remarquées dans l'étude de Chris Reij (voir le chapitre trois).
- De nouvelles études doivent donc essayer de rassembler le plus de données possibles, qu'elles proviennent des sources nationales ou des projets, avec le maximum de précision, en particulier en ce qui concerne les données économiques et financières afin de pouvoir tenter de définir des rapports coûts/avantages sur des espaces mesurés. Sinon on fera toujours du qualitatif.
- Les méthodes d'évaluation économique des services rendus par les écosystèmes ne sont pas utilisées dans les études analysées.

9 – SYNTHESE GENERALE SUR LES COUTS DE LA DESERTIFICATION

9.1 - Les données

On peut ajouter les pertes liées à la désertification pour l'Algérie et l'Egypte, 2003 en pourcentage du *PIB*, (source : Benoît G., et Comeau A., 2005, reprenant les études de la Banque Mondiale sur les pays du MENA, 2003) :

- de *1,36% pour l'Algérie*, chiffre important compte tenu des ressources en hydrocarbures de ce pays.
- 1,21% pour l'Egypte, à mettre en relation avec les superficies irriguées de la vallée du Nil.

Le tableau et les graphiques suivants résument l'ensemble des résultats recueillis.

Tableau 21 : Synthèse des résultats des différentes études sur les coûts de la dégradation des terres

Pays, source, date	Coût par an (valeur absolue)	Coût (/GDP ou AGDP)	ž
Monde Dregne, 1992	42 milliards \$ (US90)	-	Perte de productivité, degré de dégradation, agriculture et élevage
Rwanda Berry, 2003	23 millions \$	3,5% PIB agricole	Perte de productivité des céréales
Ouganda Berry, 2003 Ethiopie	230-600 millions \$	-	Érosion?
Berry, 2003	139 millions \$	4% PIB agricole	Perte de production agricole, capacité de charge,
FAO(1986)	14,8 millions \$	<1% AGDP	déforestation Perte de productivité en cultures et en bétail
Sutcliffe (1993)	155 millions \$	5% AGDP	Pertes de productivité (chute des rendements agricoles)
Bojö et Cassels (1994)	130 millions \$	4% AGDP	Réexamen de l'étude précédente : matrice de transfert de sol
Maroc World Bank, 2003	195 millions \$	0,47% PIB	Perte de productivité agricole et pastorale, degré de dégradation, déforestation, envasement (off site)
Tunisie World Bank, 2003	69,7-136 millions \$	0,41-0,75% PIB	Surfaces perdues, envasement (off site)
Mali Bishop et Allen (1989)	2,9-11,6 millions \$	<1% AGDP	Perte de productivité (perte en sols et effets sur rendement) et coûts de remplacement
Zimbabwe Stocking (1986)	117 millions \$	9% AGDP	Coûts de remplacement (relation perte en sol, en nutriments)
Norse et Saigal (1992) Grohs (1994)	99,5 millions \$ 0,6 millions \$	8% ADGP <1% AGDP	Idem + inputs en minéraux Perte de productivité, modèle de simulation des plantes
Lesotho Bojö (1991)	0,3 million \$	<1 % AGDP	Perte de productivité, statistiques, lien érosion récoltes
Malawi World Bank (1992)	6,6-19 millions \$	3% AGDP	Perte de productivité, modèle et données réelles
Madagascar World Bank (1988)	4,9-7,6 millions \$	<1% AGDP	Perte de productivité jugement d'expert
Afrique du Sud Mc Kenzie (1994)	18 millions \$	<1% AGDP	Perte de productivité, jugement d'expert
Ghana Convery et Tutu (1990)	166,4 millions \$	5% AGDP	Coûts de remplacement

Figure 5 : Dégradation des terres, en pourcentage du PIB, dans plusieurs pays d'Afrique, 2003

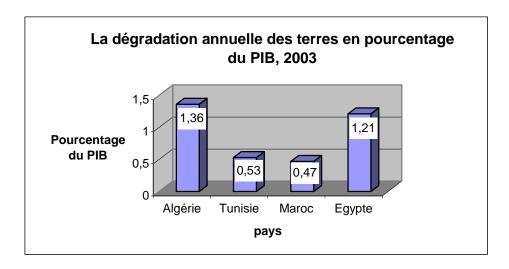
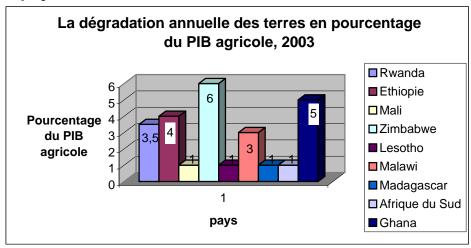


Figure 6 : Dégradation annuelle des terres, en pourcentage du PIB agricole pour quelques pays d'Afrique, 2003



9.2 - Quelques réflexions

Toutes les études sont claires quant au choix de la méthodologie retenue : coûts de remplacement, perte de productivité, surface perdue en terres. Cependant, des inconnus demeurent quand au choix des techniques retenues dans le cadre de ces méthodes, en particulier pour les études les plus récentes datant de 2003 :

- en effet, les rapports Maroc et Tunisie ne donnent pas les indications sur l'obtention des surfaces annuelles perdues en terre, ni sur les taux de baisse de productivité associés au degré de dégradation constaté;
- les rapports menés par Léonard Berry s'appuient sur les résultats d'études scientifiques ou de rapports officiels mais ne fournissent que peu d'informations sur les moyens utilisés pour les obtenir.

Les études de Dregne et celles de Bojö sont en revanche plus explicites sur ces aspects : si la première semble relativement simple à appréhender, la complexité des techniques utilisées pour la seconde permet de mieux comprendre les difficultés inhérentes à l'exercice d'évaluation de la dégradation des terres. Il n'existe pas de consensus sur les techniques propres à chaque méthode, sinon pragmatique : les

auteurs adoptent l'approche qui correspond le mieux aux différents éléments (données, statistiques, modèles) dont ils peuvent disposer, en fonction du pays retenu.

Certaines études se cantonnent à l'évaluation *stricto sensu* de la dégradation des terres alors que d'autres donnent un panorama socio-économique, et des conditions de ces évaluations, et des pays dans lesquels elles ont lieu. Ces dernières sont d'ailleurs les seules à formuler des recommandations en matière de politiques de développement et de réhabilitation des terres dégradées à adopter.

Quelques études comparent les coûts de la dégradation et ceux de la réhabilitation, et les résultats convergent pour dire que les coûts de la réhabilitation des terres sont inférieurs aux coûts de la dégradation, incitant ainsi d'un point de vue de l'analyse coût avantages les pouvoirs publics à investir dans la récupération des terres dégradées. Cependant, les analyses des coûts de la réhabilitation rencontrées sont trop sommaires pour permettre de s'appuyer sur leurs résultats.

Au vu de la difficulté de recueil des données et de la diversité des méthodes et des techniques d'évaluation rencontrées, les résultats fournis par les études relevées constituent une référence intéressante et crédible car ils restent compris dans une fourchette de 0,5 à 1,4% du PIB et de 1 à 9% du PIB agricole. Les pertes matériellement prises en compte par les méthodes d'évaluation ne traduisent qu'une partie limitée des impacts de la désertification. Elles sont donc sous-estimées.

D'une façon générale, on peut relever que les coûts retenus sont sous-estimés car il ne prennent pas en compte les effets off site de la désertification, par exemple les conséquences de l'érosion, du ruissellement et de la sédimentation hors des zones de départ. Ils ne prennent que rarement en compte la biodiversité et la déforestation; celle-ci fait l'objet d'estimations extrêmement variables (cas de l'Ethiopie). Les questions de réhabilitation / restauration / remise à niveau restent ouvertes, ce qui pose bien le problème d'une meilleure approche du coût de la prévention.

Enfin, on ne dispose pas de l'année (ou des années) de référence et des situations de référence explicites pour le calcul des variations annuelles de productivité des sols. Or, la période de référence choisie peut influencer les résultats s'il s'agit par exemple d'une période très humide ou de sécheresse.

L'exercice mené au niveau mondial et par continent demanderait à être régulièrement actualisé.

Les études de Léonard Berry exceptées, un des points faibles des évaluations menées au niveau national est de négliger souvent les déterminants locaux et régionaux de la dégradation des terres, et ce même si certaines techniques agrègent les données par districts ou par exploitation : des études locales approfondies, non traitées dans ce chapitre, pourraient utilement compléter les évaluations nationales. Nous proposons dans le chapitre suivant l'analyse de différents projets de LCD du point de vue de l'investissement dans la réhabilitation des terres dégradées.

CHAPITRE 3 – LES MESURES DE REHABILITATION DES TERRES

Ce chapitre explore différentes études menées sur les coûts de la réhabilitation des terres et sur le rendement des investissements engagés. A partir d'une revue de différents projets de lutte contre la désertification mis en œuvre par la coopération internationale et par les gouvernements africains, nous faisons le point sur les analyses *ex post* de la rentabilité de projets de lutte contre la désertification : comme dans le chapitre précédent, ce sont les aspects de méthodes autant que l'analyse des résultats qui nous importent.

Les études de rentabilité *ex post* de projets de LCD sont peu nombreuses : elles concernent principalement les techniques de CES, *zaï*, digues, cordons pierreux et opérations de reboisement (voir annexe 1 pour une description détaillée de ces techniques). Un projet pastoral ainsi que les opérations de semis sous couvert végétal réalisés par l'AFD sont également présentés.

En préliminaire, quelques définitions sur les termes de réhabilitation et de restauration indiquent que la désertification est un processus qui, une fois amorcé, peut se poursuivre seul. La restauration est une opération qui peut être coûteuse et longue (voir encadré 3).

Encadré 3 : Résilience et irréversibilité, restauration et ré affectation, définitions

<u>Résilience et irréversibilité</u>: l'altération d'un écosystème l'amène à parcourir un certain nombre de stades successifs, marqués par une aptitude plus ou moins forte à revenir à l'état antérieur dans des situations où les causes de la dégradation disparaissent. Cette aptitude est appelée résilience. La perte de cette résilience est décrite comme étant le franchissement d'un seuil d'irréversibilité.

Pour chaque écosystème, il existe un niveau de dégradation (structure et fonctionnement) au-delà duquel, même si la cause à l'origine de cette dégradation disparaît, l'écosystème ne peut revenir, seul ou dans un délai raisonnable, vers un état antérieur.

Restauration:

- 1 écologique ou au sens strict : elle privilégie le rétablissement d'une intégrité ou d'une authenticité écologique. Elle couvre l'ensemble des processus (naturels ou assistés) concourant à initier ou à favoriser le rétablissement d'unités de milieux dans leur état antérieur. La restauration écologique peut donc avoir des objectifs ne répondant pas à une demande sociale ou économique actuelle.
- 2 au sens large : intervention visant à stopper la dégradation et à remettre un écosystème dégradé, mais présentant un niveau suffisant de résilience, sur la trajectoire dynamique sensée être la sienne avant la perturbation.

La restauration peut être passive quand elle s'adresse à des écosystèmes n'ayant pas perdu toute résilience et qui peuvent s'auto restaurer si l'on diminue la pression des causes ayant entraîné leur dégradation. Elle peut être active dans la mesure où des opérations visent à aider une accélération des processus de régénération à la suite d'une détérioration de la capacité de résilience.

La restauration active, une fois un seuil d'irréversibilité franchi, peut être très coûteuse en énergie (intrants divers) et nécessite des interventions parfois brutales, attentives et prolongées de l'homme.

<u>Réhabilitation</u>: la réhabilitation par différence avec la restauration met l'accent sur le rétablissement en priorité du fonctionnement des écosystèmes et des services qui en dépendent (résilience et productivité). Nécessitant une forte intervention humaine, la réhabilitation peut aboutir à la mise en place d'un écosystème simplifié.

L'objectif commun de ces interventions sur le milieu est de recréer des écosystèmes autonomes (durables) caractérisés par une succession dans les communautés animales et végétales et par la capacité à réparer eux-mêmes des méfaits dus à des perturbations modérées naturelles ou anthropiques.

Ré affectation : la ré affectation désigne la transformation d'un paysage par le choix d'un nouvel

usage. La modification d'un écosystème, par la gestion qui en est faite, afin de privilégier un élément ou une fonction particulière, et au prix d'interventions constantes, constitue également une ré affectation. La pertinence de la réaffectation peut être évaluée en fonction de la capacité de réorientation de l'usage de cet espace et des besoins des populations présentes.

Sources: Aronson et al, 1995, Le Floch', communication au CSFD, 2003

Les investissements dans la restauration/réhabilitation des terres apparaissent donc nécessaires pour enrayer le phénomène de dégradation des terres, et au niveau plus global permettre la réduction de la biodiversité et l'atténuation de l'albédo (changement climatique). Cependant, l'étude de leur rentabilité se limite à une appréhension locale des bénéfices engendrés, elle-même réduite aux aspects mesurables de ces bénéfices. Ce sont des points de vue économiques, et éventuellement sociaux que nous aborderons l'analyse de la rentabilité des opérations de restauration et de réhabilitation des terres dégradées.

Les deux principaux indicateurs relevés dans l'analyse des projets sont les suivants :

- 1 Taux de retour économique
- 2 Délai de retour économique

Nous nous demandons en second lieu pourquoi cet investissement, lorsqu'il s'avère rentable, est rarement pratiqué de façon spontané par les populations rurales. Des critères économiques sont ici retenus, mais ils ne suffisent pas toujours à expliquer l'absence d'investissement dans l'entretien des terres²⁰. Il importe alors de dégager les éléments de contexte et les facteurs socio institutionnels qui favorisent l'investissement et sa rentabilité. Des recommandations sur la mise en œuvre de projets de LCD viennent clore ce chapitre.

La plupart des projets de développement s'intéressent au rendement *ex ante* des activités qu'ils proposent. Des calculs chiffrés servent à la fois à planifier le projet et à en justifier la mise en œuvre par l'annonce de retours élevés bénéficiant aux populations locales (voir annexe 4). Cependant, ce qui nous intéresse ici est le taux de retour *ex post* des projets, taux sur lequel se fonde la réussite effective du projet, c'est à dire la rentabilité de l'investissement réalisé : il est obtenu à partir des gains observés pour les populations bénéficiaires (et le plus souvent contributrices), principalement des modifications relevées dans la productivité des terres.

Le tableau ci-dessous présente les taux de retour des principaux projets étudiés. Il est important de souligner que la durée des projets est un critère essentiel pour la validité des opérations d'évaluation : il est difficile voire impossible de calculer les bénéfices d'un projet de court terme, car les variations de productivité des terres des régions arides sont en premier lieu tributaires de l'aléa pluviométrique. Un relevé sur courte période ne permet donc pas de différencier les effets d'un projet de LCD du contexte climatique dans lequel il intervient.

Tableau 22 : Les taux de retour ex post des différents projets présentés

Projet	Pays	Durée	Taux de retour
CES (eau, zaï)	Niger	1988-1995	20%
Petite irrigation (pompes individuelles)	Nigeria, Kano	1975 - ?	38%
Gestion de forêt communautaire	Tanzanie	1992-1999	12%
Office du Niger, riziculture à grande	Mali	>25 années	30%
échelle			
Almy Bahaïm, hydraulique pastorale	Tchad	1995 - 200 ?	10%

²⁰ La pauvreté étant généralement invoquée pour expliquer l'absence d'investissement. Nous ne discuterons pas ici des liens entre pauvreté et non investissement.

Des taux de retour de 10% et plus caractérisent donc les projets étudiés. Précisons que nous avons mis l'accent sur les possibilités de rentabilité de projets de LCD, qui sont souvent sous-estimées. En effet, la littérature scientifique sur les zones arides met souvent en avant l'échec des projets de LCD. L'enjeu de ce travail est donc de:

- montrer que de tels investissements peuvent être aussi porteurs de succès, à partir d'exemples concrets.
- identifier les éléments-clé de ce succès.

1-LA RENTABILITE DE PROJETS A PARTIR DU TAUX DE RETOUR ECONOMIQUE POUR QUATRE PROJETS DE LCD ET DE DEVELOPPEMENT RURAL

Source: Reij C., et Steeds D., 2003. Success stories in Africa's drylands: supporting advocates and answering skeptics. Paper commissioned by the Global Mechanism of the Convention to Combat Desertification, 32p.

Les études de C. Reij portent sur 12 projets de développement agricole et de lutte anti-érosive dans des régions arides africaines dont la pluviométrie est comprise entre 200 et 800 mm par an. Le taux de retour économique est calculé principalement à partir de la valorisation économique des gains obtenus en terme de rendements et rapportés au coût des projets.

Taux de retour économique : bénéfices /coûts * 100

1.1. - Conservation des sols et des eaux au Niger, district d'Illela

- 1 Ce projet, réalisé entre 1988 et 1995 pour un montant d'1,5 millions de \$ a pour objectif de promouvoir des techniques de « captage » de l'eau par la construction de banquettes en courbes de niveau et de demi-lunes. Au départ, l'accueil des populations est plutôt hostile. Le projet ne prévoit le recours ni à une machinerie lourde, ni au système des rations alimentaires pour la rémunération du travail, ce qui a été la règle auparavant dans la région.
- 2 En 1989, le projet organise des échanges avec la région du Yatenga au Burkina Faso, région où les terres sont réhabilitées par la technique du *zaï*. **L'emprunt et l'adoption au Niger de cette technique promue par les agriculteurs nigériens après leur visite burkinabé est alors soutenue par ce projet**.
- 3 En 1998, 9 000 ha de terres dégradées ont été traités, soit 15% des surfaces cultivées de la zone d'action du projet. Cette évolution diminue la pression sur les terres déjà cultivées, et permet un accroissement des surfaces cultivées puisque des terres marginales considérées jusqu'alors comme improductives sont réhabilitées.

On constate la création d'un marché des terres dégradées, avec un doublement des prix de ces terres entre 1992 et 1994.

Le traitement collectif de 540 ha de terres communes est un échec en raison des questions foncières et cette méthode est rapidement abandonnée.

L'ACA compare les rendements sur les terres traitées et non traitées :

- le coût total de la réhabilitation est de 250\$/ha : il faut compter 40 à 60 jours de travail par ha, plus la production et le transport du fumier et du compost.
- les bénéfices sont de 65\$/ha et par an (par comparaison avec la production des terres non concernées par les investissements agricoles).
- Le taux de retour économique de ce projet est de 20%.

1.2 – Irrigation à petite échelle au Nigeria, pompage de nappes superficielles

A partir du milieu des années 70, des projets de développement agricole sont initiés au nord du Nigeria, pour accroître la production par l'irrigation, par l'utilisation de fertilisants et par la construction d'infrastructures (routes notamment). La distribution de pompes à carburants individuelles permet aux exploitants de capter l'eau des puits pour l'irrigation.

Dans l'ensemble, ces projets sont des échecs, exceptés pour ceux situés au fond des vallées, où se développent des cultures de saison sèche et maraîchères (oignons, tomates, ail) grâce à l'irrigation. Le taux de retour du projet de l'Etat de Kano est par exemple estimé à 38%²¹.

1.3 - La gestion communautaire des forêts en Tanzanie

Entre1992 et 1999 un projet de gestion conjointe de 13 000 ha de forêt est mis en place par les autorités gouvernementales et les communautés d'habitants d'une région de Tanzanie. Il a pour effet la réduction prononcée de l'exploitation illégale du bois, la plantation d'arbres (9 millions de plants sur 3 500 ha de terres avec un rendement de bois de feu de 400 m³ par ha en trois rotations de 7 ans), et la construction de fours améliorés (avec une utilisation de bois réduite de 50%, soit une économie de 9 600 tonnes de bois par an, pour un usage de 5 kg par jour).

Le taux de rendement économique de ce projet est estimé à 12%.

1.4 - L'Office du Niger au Mali

L'Office du Niger est un des projets les plus importants en matière d'irrigation en Afrique subsaharienne. En 1980, les 50 000 ha de terres irriguées ont un rendement en production de riz de 1,5 tonne à l'ha. Le système d'organisation est étatique et centralisé avec peu de maintenance et une gestion inefficace de l'eau.

A partir de 1986, une réforme de décentralisation du système de gestion des terrains irrigués a lieu : des comités de gestion composés d'agriculteurs sont créés pour la gestion des tours d'eau ; les agriculteurs sont liés à ces comités par des contrats de performance :

- les rendements passent de 1,5 tonne à 5,5 tonnes à l'ha. La production atteint alors 300 000 tonnes
- Il y a une diversification des revenus par l'introduction de culture de saison sèche comme l'oignon (70 000 tonnes produites en 1999).
- La collecte des taxes sur l'eau passe de 60% à 97%.
- 30 000 ha de terres irriguées sont réhabilités et 30 000 autres hectares sont irrigués.
- Le revenu net du riz augmente de 450\$ à l'ha à 1 000\$ à l'ha dans les zones réhabilitées.

Le taux de retour lié à cette réforme est de 30%.

1.5 - Conclusion

_

A travers ces exemples, les retours des projets d'investissement dans la lutte contre la dégradation des terres sont conséquents²². On note que l'évaluation des bénéfices concerne surtout l'évolution des rendements, que la petite irrigation permet une diversification des productions, que la reforestation communautaire nécessite un travail institutionnel quant aux règles de gestion des forêts. En fait, **le taux**

²¹ On peut noter que le coût de l'eau comme ressource n'est pas pris en compte dans ces calculs (en dehors du coût d'extraction) puisque aucune évaluation du prix de la ressource en eau souterraine n'existe à notre connaissance en milieu rural africain.

²² Même si nous ne disposons pas des échantillonnages pour le relevé des résultats qui servent au calcul du TRE.

de retour économique paraît tributaire des conditions sociales et institutionnelles de la mise en œuvre en des projets:

- c'est la participation des populations locales sur le projet tanzanien qui en conditionne la réussite (chute des comportements de prédation et opportunistes);
- c'est la décentralisation de la gestion des périmètres irrigués donc des tours d'eau qui fonde la réussite du projet de l'office du Niger.

2 – LE TAUX DE RETOUR ECONOMIQUE DU PROJET AFD ALMY BAHAÏM D'HYDRAULIQUE PASTORALE

Nous développons le cas du projet Almy Bahaïm, en présentant les spécificités et l'intérêt des systèmes d'élevage mobiles dans les régions arides.

Sources:

Bonnet B., Banzhaf M., Giraud P.N., Issa M., 2004. Analyse des impacts économiques sociaux et environnementaux des projets d'hydraulique pastorale financés par l'AFD au Tchad, AFD, 194 p.

Jullien F., 2005. Défense et promotion de la mobilité des systèmes pastoraux en milieu aride et semi aride : l'exemple du Tchad, AFD, 15 p.

Diouf J.C., Ickowitz A., Lesueur D., Chotte J.L., Akpo L.E., 2005. *Dynamique des peuplements ligneux et pratiques pastorales au Sahel*, communication personnelle au CSFD, 9 p.

Bernus E., Boutrais J., 1994. « Crises et enjeux du pastoralisme africain. » *In : Compte-rendu de l'académie de l'agriculture de France*, n° 80 (8), pp. 105-123

Boutrais J., 1990. « Derrière les clôtures... Essai d'histoire comparée de ranchs africains. » *In* : *Sociétés pastorales et développement, Cahiers des Sciences Humaines*, vol 26, n°1-2, ed. ORSTOM,. E. Bernus et F. Pouillon ed sc., pp 73-95

Requier-Desjardins M., 2001. *Elevages et transhumances à l'extrême nord du Cameroun, une étude des contrats d'accès aux pâturages communs*. Thèse pour l'obtention du doctorat en Sciences Economiques et de Gestion, Université de Versailles St Quentin en Yvelines, 421 p. + ann.

2.1 - L'élevage pastoral au Sahel

La part de l'élevage dans le PIB est importante pour la plupart des pays sahéliens (Sénégal, Mauritanie, Mali, Burkina Faso, Niger, Tchad) :

- au Sénégal, l'élevage représente actuellement 5 à 10% du PIB ; 50% de la production est pastorale ;
- au Tchad, le secteur de l'élevage est la principale ressource du pays en dehors du pétrole. En 2000, il représentait 11 à 16 % du PIB hors pétrole (soit 30 à 50% valeur des exportations déclarées hors pétrole) et contribuait à 10% des recettes fiscales du pays.

Entre 1960 et 1991, la productivité des terres et des élevages au Sahel a augmenté : la croissance de la production de viande à l'ha a été de 93% (47% par UBT), le cheptel a crû de 22% (Burkina Faso, Mali, Niger, Sénégal, Soudan et Tchad).

La région nord du Sahel, marquée par un isohyète inférieur à 300 mm, est à vocation pastorale, en dehors de quelques îlots d'agriculture irriguée (cas des oasis). Cependant, la plupart des projets de développement pastoraux, souvent des projets d'hydraulique, puis de ranching, de rotation du bétail et de mise en défens se sont soldés par des échecs. Sans connaître l'ensemble des projets pastoraux qui ont essaimé au Sahel et au Maghreb, depuis les années 1970 et les grandes sécheresses, on a relevé peu d'exemples présentés comme des succès dans ce domaine.

Les avis des pastoralistes sont unanimes à défendre l'idée que l'échec des politiques de développement de l'élevage a reposé sur l'ignorance voire la négation des pratiques de mobilité du bétail, notamment de la transhumance et sur une valorisation excessive de la sédentarisation des éleveurs.

En effet, le nomadisme a été longtemps tenu pour responsable des processus de dégradation des pâturages observés après les sécheresses et depuis les années 1970. Il est aujourd'hui couramment reconnu que ces modifications de la végétation sont largement imputables aux aléas climatiques, même s'ils sont renforcés localement par des pratiques inadaptées de collecte du bois et de pâture.

Les recherches se sont appliquées depuis les années 1980 à montrer la pertinence écologique et économique des pratiques de transhumance et des modes de pâture traditionnels du bétail.

La variabilité climatique est le premier facteur de distribution des ressources pâturables, qui conditionne les charges ponctuelles en bétail. Les ressources sont réparties de façon irrégulière et changeante d'une année à l'autre d'une microrégion à l'autre. La mobilité pastorale est adaptée à cette variabilité.

Du point de vue écologique, de nombreux travaux ont permis la reconnaissance de la mobilité des troupeaux comme un moyen d'exploitation efficace et durable du milieu, parce qu'elle permet une pâture intense et rapide, non sélective donc moins dommageable pour les espèces, et évitant le compactage des sols. La pâture est ainsi préférable à la mise en défens.

Du point de vue économique, la mobilité entraîne une productivité meilleure des troupeaux : au Niger, les animaux mobiles peuvent être 20% plus productifs que les animaux sédentaires, donnée à attribuer également à la connaissance qu'ont les pasteurs du bétail et de leur milieu. Par ailleurs, la mobilité peut être moins coûteuse que la sédentarité, compte tenu des dépenses en aliments de complément nécessaires aux animaux sédentaires durant la saison sèche²³.

En zone pastorale la mobilité s'avère donc plus rationnelle mais elle implique de façon générale le maintien d'une charge compatible avec les variations de productivité du milieu. Elle réclame en outre un aménagement spécifique des espaces de transhumance, des couloirs de passage, des points d'eau selon le potentiel fourrager, et la présence de marchés relais.

Dans ces zones à faible densité de population, les enjeux économiques et sociaux de l'élevage pastoral tournent autour de l'appropriation des points d'eau. Des drames sont régulièrement observés lors de l'exclusion d'éleveurs du droit de tour d'eau.

Dans les zones agro-pastorales, (300-700 mm), la densité démographique peut être élevée (60 à plus de 100 hab. au km²), les pâturages sont vulnérables, car la pâture des troupeaux y est continue ; s'y ajoute la charge saisonnière des animaux transhumants. Des problèmes d'érosion des champs de culture accroissent la vulnérabilité du milieu. L'anthropisation du milieu par vocation agricole résultent en un appauvrissement global de la diversité ligneuse et fourragère ainsi que des sols et la déforestation liée à la collecte de bois de feu a contribué fortement à ce phénomène (il est aujourd'hui interdit dans plusieurs pays de ramasser d'autre bois que celui mort). Les risques de conflits entre activités sont élevés. En zone agro-pastorale, la mobilité requiert de plus une gestion attentive des rapports avec le calendrier de l'agriculture pluviale²4.

Des stratégies de sédentarisation partielle d'éleveurs itinérants dans des villages de transhumance sont d'ailleurs observées dans tout le Sahel agro-pastoral. Il s'agit d'un point d'attache, dits pour les parents quand ils ne peuvent plus marcher, ou pour la femme sédentaire que l'on y vient épouser, qui contribue

²³ Par ailleurs, la mobilité facilité la migration en cas de crise écologique, sociale ou politique.

²⁴ Nous ne mentionnons pas ici la complexité des usages de l'espace, lorsque la pêche et la riziculture irriguée sont aussi pratiquées.

à sécuriser et légitimer l'installation saisonnière du bétail transhumant. Des échanges de bétail (prêt, garde etc.) avec les sédentaires, les notables et les commerçants ont aussi cette fonction.

De fait, la sécheresse a contribué à élargir la zone de recouvrement entre élevage mobile et agriculture :

- par la descente des troupeaux vers le sud, nécessaire du fait de l'instabilité climatique et par un élargissement général des déplacements Nord-Sud des troupeaux (bande agro-pastorale). Du fait des glossines (en voie de repli plus au sud), des métissages avec les races locales ont permis l'adaptation des animaux. Les agriculteurs sédentaires, via l'introduction du coton, ont développé une activité d'élevage (souvent de capitalisation) ;
- par l'extension agricole vers le nord (pression démographique, progrès sur les semences, pôles d'irrigation) qui constitue un front pionnier sahélien se développant dans les zones propices à l'agriculture et pourvues en points d'eau.

Sur cette bande agro-pastorale (300-800mm), les systèmes d'élevage sont diversifiés, du point de vue des pratiques de mobilité, mais surtout des liens entre l'élevage et l'agriculture : culture du coton, accès aux tourteaux, pratique de la fumure, de l'embouche, vaine pâture. Ces évolutions ont affiné les complémentarités entre les activités agricoles et d'élevage au sein des exploitations, à l'échelle du village ou parfois de la transhumance. Elles donnent lieu à des échanges multiples et la présence de transhumants contribue à dynamiser les marchés ruraux et booster la demande locale.

Bien que le pastoralisme soit en régression depuis 35 ans, la mobilité des troupeaux semble s'accroître dans certaines régions (voir encadré).

Encadré 4 : L'arbre et l'élevage

Au Sénégal, une étude a été récemment réalisée sur les interactions entre dynamique des ligneux et pratiques pastorales, à partir du suivi de lignes de transhumance entre 500 mm et 200 mm (pluviométrie).

Elle mesure l'impact de la présence et de la densité des espèces sur des paramètres de fertilité des sols²⁵, et montre les effets positifs de la présence des arbres sur les aménagements hydrauliques (retard de l'envasement des mares, hausse de la durée de vie des aménagements, quantité d'eau stockée supplémentaire).

Au nord, les espèces ligneuses de type soudanien ont disparu suite aux sécheresses des années 1970, et malgré l'apparition de nouvelles espèces après 1975, il y a une homogénéisation de la végétation ligneuse. Au sud, la réduction de la richesse floristique est marquée par l'anthropisation agricole.

Au total, il y a une diminution sensible de la diversité et de la densité des peuplements ligneux avec une homogénéisation de la végétation (résilience). Les pertes de productivité en ligneux sont liées à la substitution progressive (plus marquée en zone agricole) d'espèces moins régénératrices, nutritives ou productrices de bois que les précédentes (comme Acacia tortilis ou Acacia Senegal qui disparaissent du paysage agricole).

Les explications mettent en avant en premier lieu la sécheresse, mais aussi puis la coupe du bois énergie (pratique développée du charbonnage) et de fourrage.

On constate in fine la baisse de la commercialisation de produits non ligneux (chute d'un service rendu par l'écosystème), et un accroissement de la mobilité des troupeaux.

Source: Diouf et alii, 2005

.

On observe par exemple au Tchad depuis les années 1970 un accroissement de la mobilité des troupeaux, le maintien des axes traditionnels de déplacements et le développement de la transhumance dans le sud du pays et le long des pistes commerciales. La mobilité des troupeaux et des hommes répond ainsi à des questions climatiques, politiques, sociétales, et d'accès aux ressources (conflits), économiques (prix des céréales) et sociales (santé).

²⁵ En différenciant l'évolution d'espèces à peuplement vigoureux (stables), d'espèces régénératrices à populations déséquilibrées (peu de vieux spécimens ou en régénération), et les peuplements vieillissants et peu régénérateurs (espèces en voie de disparition). Les données botaniques sont croisées avec celles issus des perceptions des éleveurs.

2.2 - Le projet Almy Bahaïm : enjeux et contenu

Au Tchad, 80% du cheptel est en zones arides et semi-arides. Le long des parcours nord-sud de la transhumance, les pâturages sahariens annuels y sont de meilleure qualité (hivernage) que les pâturages soudaniens de saison sèche (région d'agriculture pluviale) qui offrent cependant l'eau ainsi que des pérennes de moindre qualité nutritive. Au nord, des zones de pâturages sont sous-exploitées par manque d'eau, tandis que d'autres souffrent de surcharges chroniques. En région soudanienne, la progression du front agricole limite les déplacements de transhumance (blocage des couloirs par les champs). L'élevage y est diversifié (élevages sédentaires, mobiles, d'embouche, commerciaux, éleveurs urbains, absentéistes) et les lignes de transhumance recoupent les pistes commerciales.

Des politiques inadaptées dans les années 80 et 90 ont conduit à la gestion et l'appropriation de points d'eau et de zones de pâturages par les sédentaires²⁶. Le Plan d'Intervention dans le Développement Rural de 1999, le projet de sécurisation des systèmes pastoraux en 2000 et le nouveau « Schéma directeur de l'eau et de l'assainissement » (issu du Code de l'eau promulgué en 1999) se démarquent cependant de ces tendances, affirmant la nécessité de soutenir les systèmes d'élevage mobile. Les évaluations nationales des besoins en points d'eau et des ouvrages déficients sont élevées (5000 points d'eau).

L'AFD intervient dans le financement de projets d'hydraulique pastorale pour soutenir la mobilité pastorale depuis les années 1990. Plusieurs projets ont eu lieu et ont cours dans des régions différentes du Tchad, selon les parcours de transhumance est-ouest et nord-sud : BET phases 1 et 2, Almy Bahaïm phases 1, 2 et 3, PHPK, soit 50 millions d'euros, ce qui représente 60% des investissements réalisés sur ce thème entre 1985 et 2000 dans le pays (la France est chef de file de la LCD au Tchad).

Encadré 5 : Le projet Almy Bahaïm

Durée > 10 ans (1995)

300 000 km²

400 puits et mares

3,7 millions d'UBT

150 000 éleveurs

L'idée directrice du projet Almy Bahaïm (de l'eau pour tous) est d'assurer une meilleure répartition du bétail sur le territoire à partir d'un maillage hydraulique, où chaque réalisation :

- reste de faible capacité afin de limiter la pression pastorale et éviter l'installation agricole sur chaque zone, (études techniques et agrostologiques conduisant à des réalisations d'une capacité inférieures à 7000 m³);
- contribue à freiner la descente des troupeaux vers le sud en fin d'hivernage (période de fin de cultures) ;
- sécurise les déplacements par le balisage de pistes de transhumance et d'aires de stationnement du bétail.

Ces ouvrages ont des fonctions différentes et hiérarchisées : ouverture de nouveaux pâturages, sécurisation des axes de transport et des routes caravanières, retardement et diversion des troupeaux lors de la descente vers les zones de saison sèche (moment de récoltes) et de la remontée (moment des semailles), protection des berges cultivées.

Le dispositif d'intervention du projet comporte deux volets :

-

²⁶ Des phénomènes d'appropriation privative de points d'eau ou de pâturages de repli par certains groupes de pasteurs ont aussi donné lieu à des conflits violents.

- un volet pastoral (élevage) qui accompagne les négociations locales pour l'implantation des points d'eau et la gestion des ouvrages et des ressources par les usagers; il inclut le travail de reconnaissance des pistes de balisage;
- un volet hydraulique qui assure les études techniques, les passations de marché et contrôle les travaux exécutés par des entreprises (ouvrages hydrauliques et balises).

On peut souligner la prudence du projet dans le choix de la localisation des points d'eau et l'élaboration à ce titre d'une procédure de concertations multiples : en effet, trois années se sont écoulées entre la première étude de faisabilité et les choix des premiers ouvrages à réaliser (1997-2000). Cette procédure a combiné :

- des questionnaires aux critères zootechniques, environnementaux et sociaux pour un premier bilan sur les puits acceptables et ceux nécessitant des compléments d'informations ;
- un approfondissement à partir de nouvelles enquêtes et d'observations satellites afin de déterminer les puits finalement acceptés, les nouvelles propositions et les puits à risques.

Ce travail a permis la construction d'un outil méthodologique et opérationnel pour :

- la réalisation d'infrastructures hydrauliques en milieu pastoral. La démarche de mise en place d'un point d'eau passe par les étapes suivantes : étude de milieu, élaboration de critères, concertation, validation des critères avec les usagers et les autorités locales, prospection et hiérarchisation des sites retenus par les populations, restitution et validation des sites, faisabilité technique, liste finale des sites, réalisation, remise à la direction de l'Hydraulique, suivi technique et des impacts par les volets hydrauliques et pastoraux;
- la gestion des ces infrastructures (appui à la gestion)²⁷.

2.3 - Les études d'impacts

Elles ont révélé une grande diversité d'impacts potentiels sur la production animale, l'environnement, les systèmes d'élevage et les relations sociales, souvent difficiles à déterminer. L'évaluation insiste donc sur les risques à éviter lors de la réalisation du projet (prévention).

Il est ainsi impossible de conclure de façon quantitative sur l'évolution de la productivité du cheptel, sur la fréquentation des réalisations, et sur la qualité de l'environnement (hormis des dégradations ponctuelles autour des réalisations). Les estimations sont donc qualitatives.

Eau troupeau:

- Amélioration probable de la productivité des animaux (chute du stress hydrique, moindre fatigue, meilleurs pâturages).
- Moindre charge en travail de puisage.
- Meilleur niveau de vie et de santé des animaux et des éleveurs.
- Accès plus facile aux marchés.
- Diminution de la concurrence autour des points d'eau et avec les agriculteurs (ralentissement de la descente et de la montée en zone soudanienne).
- Meilleure répartition du bétail sur l'ensemble du territoire maillé par les points d'eau.
- Les points de vue sur le balisage indiquent une appréciation favorable dans les zones où il y a des risques de blocage avec l'agriculture.

²⁷ Les travaux concernant le balisage des pistes sont moins développés ainsi que leur évaluation.

Il est aussi difficile de faire un bilan en raison de la diversité des élevages (camelins, bovins, ovins), des pratiques d'usage des aménagements et des types d'éleveurs concernés (bouviers, chameliers, grands et moyen transhumants, petits transhumants et sédentaires).

Eau – ressources naturelles :

L'exercice d'évaluation est impossible car on ne dispose pas de relevés écologiques antérieurs au projet, ni au cours du projet. Les éleveurs indiquent un état stationnaire parfois une amélioration de la ressource pastorale. Techniquement, les effets du piétinement et de la défoliation sont variables selon le type de sol et d'écosystèmes, la saison ou la croissance des plantes (voir tableau).

Tableau 23 : Inventaire des interactions bétail environnement (notion de dégradation)

Piétinement:

Sur sols argileux, compactage des sols en saison des pluies,

Sur sols sableux, rupture de la croûte superficielle pouvant

- 1 favoriser la germination et l'infiltration en saison des pluies
- 2 activer l'érosion éolienne en saison sèche

Transport de graines et éventuellement d'espèces invasives.

Ingestion et activation du cycle végétal des graines des gousses des grands ligneux par le bétail

Défoliation:

Pas d'effet sur les annuelles de la zone sahélienne (pailles), en fin de cycle végétal ; germination facilitée par l'élimination des pailles

Effet ambivalent sur les plantes en cours de croissance :

- 1 une pâture intensive peut handicaper la reproduction de la plante et entraîner la substitution de spécimens de moindre qualité pastorale :
- a Sur sols sableux de région sahéliennes, remplacement des graminées annuelles à cycles lents par des annuelles plus résistantes, puis par des herbacées à cycle court
 - b en savanes, même phénomène jusqu'à la disparition de la strate herbacée.
- 4 une pâture modérée peut stimuler le développement latéral des plantes, favoriser les repousses de saison sèche et une ramification des plantes (densification du couvert)²⁸

Défoliation des ligneux :

En zone sahélienne, la pâture permanente empêche certaines espèces de repousser (*Acacia senegal*), clarifiant progressivement le couvert ligneux.

En zone de savane, la raréfaction des espèces herbacées s'accompagne d'un phénomène de multiplication et de densification des arbustes appelé dégradation verte des pâturages.

Emondage:

Affecte la prolifération de la plante (moins de fruits) ; favorise son développement si se limite aux branches de petits diamètres

Feux:

Vecteur d'érosion en zone sahélienne (modification de l'écosystème vers des grands ligneux et des graminées sans séquences intermédiaires)

Utilité en zone soudanienne : limitation du croît des arbustes et préservation du tapis herbacée si les feux ont lieu en fin de saison sèche, moindre efficacité en début de saison (embroussaillement)

Source: rapport d'évaluation AFD

Conséquences pour la conduite des troupeaux :

²⁸ D'où des controverses sur la notion de dégradation entre pastoralistes et forestiers.

Une pâture discontinue, intensive mais rapide, permet d'éviter le tri des plantes par les animaux et la disparition conséquente des espèces appétées; le rythme de pâture est essentiel pendant la période de croissance des plantes. D'où l'intérêt de la mobilité.

A l'échelle globale, la zone sud profite mieux du retard de la descente des troupeaux et de l'accélération de la remontée des troupeaux pendant la croissance des plantes. La région nord y est plus vulnérable, avec (des risques de) dégradation du milieu. Les évaluateurs recommandent ainsi la plus grande attention au choix du maillage.

Eau – gestion:

L'organisation traditionnelle des tours d'eau est faite par le « gestionnaire de points d'eau », souvent le chef de village ou de la fraction la plus ancienne à fréquenter les lieux. Le projet a contribué à améliorer les capacités institutionnelles, en s'appuyant sur les gestionnaires traditionnels ou les groupements (création de comités de gestion paritaires des points d'eau et commissions préfectorales pour la délimitation des axes de transhumance) : aucun conflit n'a eu lieu lors de la mise en place des comités de gestion des ouvrages et la sécurisation des circuits de déplacement est réelle.

L'officialisation des règles (dont la reconnaissance de l'eau comme patrimoine commun et la gratuité de l'eau figurant dans la charte) est faite par les autorités de l'Etat : elle résulte de décisions reflétant plutôt le poids du pouvoir traditionnel, mais prises suite à dialogue entre les différents groupes d'intérêt²⁹.

Mais les commissions n'ont pas les moyens (cartes, etc.) de gérer l'espace qui leur est confié; la question de la précarité/pérennisation de ces institutions, comme de savoir si les éleveurs sauront s'en servir (éviter le rançonnement au point d'eau et limiter la pression agricole vers le nord) reste sans réponse. La durée de vie des ouvrages est aussi incertaine.

Les évaluateurs recommandent l'accent sur les besoins en formation (à la concertation sur le choix du lieu, le mode de gestion, le relais par les institutions officielles, la gestion des conflits) et saluent l'outil méthodologique mis au point pour la prise de décision des constructions de points d'eau de transhumance.

2.4 - Taux de retour économique d'Almy Bahaïm

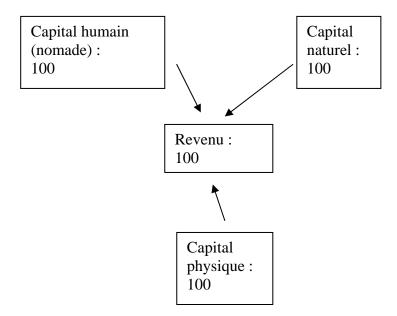
source: rapport d'évaluation AFD

En l'absence de données quantitatives, le calcul du retour sur investissement est fait par comparaison entre une situation initiale ou sans projet dans laquelle les nomades sont appelés à se sédentariser pour partie avec leur bétail ou à migrer vers les villes, avec la situation avec projet et le maintien de la mobilité pastorale.

Avec projet on donne par convention l'indice 100 au capital utilisé et aux revenus engendrés par la situation avec projet.

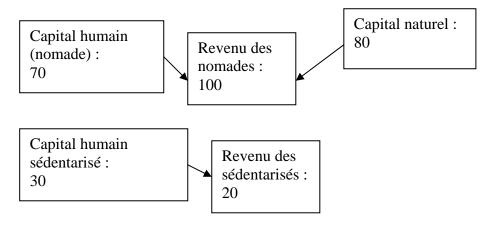
²⁹ En raison de la multiplicité des contextes et des réalisations effectuées (400 pour le projet), les formes de gouvernance des points d'eau et des zones ouvertes sont probablement diversifiées.

Avec projet



Dans la situation sans projet, le capital naturel est moins bien utilisé (pression sur les ressources, perte en capital humain), il n'y a pas de capital physique investi (points d'eau). Une partie des nomades migrent en ville où ils sont moins productifs (ne peuvent pas utiliser leur capital humain).

Sans projet



Dans ce cas, si les indices sont proportionnels aux valeurs, le revenu total avec projet est de 100 et le revenu sans projet de 90 ; le TRE est de 10%.

Ce chiffre est conforme aux résultats des 3 modèles de l'étude de faisabilité du projet (dont l'un sur l'impact potentiel du projet en terme de dynamisation commerciale) et du modèle macro-économique de prospective.

Taux de retour du modèle macro-économique

Ce modèle envisage le maillage de tout le Tchad en ouvrages hydrauliques (40 milliards FCFA) et l'impact de plusieurs sécheresses aléatoires sur le cheptel. Le TRE varie entre 10,5 et 12,8%.

Les données utilisées

- en cas de sécheresse, le taux de survie du bétail sédentaire est de 30% et celui du bétail transhumant de 70%,
- le taux de sédentarisation est estimé à 6% : dans la situation initiale : 80% des 10 millions d'UBT sont nomades et 20% sédentaires ; de 80%, le cheptel nomade passe à 17% dans 30 ans. Ce taux de sédentarisation influence fortement les résultats du modèle (test de sensibilité),
- le ratio revenu des sédentaires/revenus des nomades vaut 0,6 avec projet (donnée à dire d'expert),
- le taux de croissance du cheptel nomade est de 20% supérieur à celui du cheptel sédentaire (donnée issue de travaux au Niger),
- le cheptel initial est de 10 millions d'UBT,
- le prix moyen de l'UBT est de 120 000 FCFA,
- la durée de vie des investissements est de 30 ans.

2.5 - Conclusion

Ce taux moyen de retour de 10% du projet d'hydraulique pastorale est probablement sous-évalué car il ne prend pas en compte les bénéfices de la baisse des conflits d'usage ni ceux l'amélioration de la productivité des animaux. Le taux de sédentarisation du cheptel influence fortement les résultats de ce modèle.

3 – L'Interet economique des SCV (Semis sous Couvert Vegetal)

Les données sur l'économie des semis sous couvert végétal concernent localement les coûts de production (le temps de travail, dépenses en herbicides) et les retours (rendements) ; on mesure aussi les effets sur le milieu naturel (infiltration de l'eau) et l'environnement (le carbone). A l'échelle du terroir ou de la sous région, ce sont les externalités, notamment positives des SCV qui sont explicitées.

Sources:

- la gazette des SCV au CIRAD
- désertification et résilience des agro écosystèmes ; apports d'une agriculture en semis direct sur couverture végétale (SCV), M. Raunet(CIRAD), déc.2005
- méthodologie d'évaluation économique des externalités créées par les techniques de culture en semis direct en Tunisie ; rapport de stage ENGREF/AFD (Damien Demailly), 2003
- séminaire national et 2^{ème} rencontres méditerranéennes sur le semis direct, Tabarka, Tunisie, janv.2004

3.1 - Le semis sous couvert végétal, ou SCV

Le SCV est une technique qui est née dans les années 70 au Brésil; le semis direct ordinaire se pratiquait déjà aux Etats-Unis, en Argentine et au Brésil, essentiellement en zones de culture mécanisée. Pour le SCV il s'agit au départ de la technique dite du semis sur « mulch de résidus végétaux » dans des grandes exploitations agricoles. Aujourd'hui on cherche à baser des systèmes de cultures sur le SCV pour des petites exploitations (de moins d'1ha à 20ha) en zones tropicales et semi-arides : au Cameroun, au Mali, au Tchad, à Madagascar, dans des pays d'Asie et en Tunisie (exploitations de moyenne taille).

Dans ces systèmes à base de SCV:

- le sol n'est pas travaillé avant de semer : il n'y a pas de labour ; une couverture du sol permanente est ainsi assurée ;
- trois postes de travail changent, par rapport aux systèmes traditionnels : la préparation du terrain, le semis lui-même et le sarclage ;
- les plantes de couvertures utilisées et les résidus des récoltes précédentes entretiennent et améliorent la fertilité des sols, amortissent les agressions pluviométriques, thermiques et mécaniques, structurent les sols, recyclent les éléments minéraux de la profondeur vers la surface ; les SCV permettent ainsi d'économiser les engrais ;
- les mauvaises herbes et les ennemis des cultures doivent être contrôlés : l'excès de biodiversité peut être nuisible ; il faudra donc diversifier les cultures d'une année sur l'autre ;
- cela implique des changements parfois importants et l'abandon de certaines pratiques (jachères, slash and burn, itinérance,...)

3.2 - L'analyse de l'intérêt économique des SCV

De tels systèmes doivent donc prendre en compte un grand nombre de postes, que ce soit au niveau de l'agriculteur qu'au niveau national et à celui de l'environnement global.

- Au niveau de l'agriculteur: on va distinguer ce qui est mesurable *directement*: achat de matériel spécifique, de semences et d'herbicides, par comparaison avec les systèmes classiques; diminution des temps de travaux, économie d'intrants (engrais, pesticides, fuel); augmentation des rendements au bout de 2 ou 3 années; et ce qui est mesurable *indirectement*: suppression de l'érosion, amortissement de conditions climatiques difficiles et fluctuantes, augmentation de la fertilité des sols, meilleure association avec l'élevage.
- Au niveau du terroir, au niveau sous- national et national : les gains sont des *externalités positives* comme une meilleure protection des bassins versants et des ouvrages en aval (barrages, routes, ponts, habitations,...); la remontée des nappes phréatiques, due à une meilleure infiltration des eaux ; l'amélioration des zones pastorales et du couvert forestier, le recyclage hydrologique, ...; la *diminution de l'insécurité alimentaire et de la pauvreté* ; les coûts pour les collectivités (ou à partager avec les agriculteurs) sont des coûts de formation, de sensibilisation, d'encadrement et de vulgarisation, voire d'assistance technique extérieure si nécessaire, de recherche d'accompagnement et des coûts d'amélioration des services en zone rurale (crédit, marchés, systèmes d'approvisionnement,....).
- **Au niveau global** : participation à la lutte contre l'effet de serre par augmentation de la capacité de séquestration du carbone, augmentation de la biodiversité (flore et faune, réserves de gènes, paysages) ; augmentation de l'activité économique.

On ne dispose que de très peu de résultats d'enquêtes permettant d'apprécier les coûts et les avantages (sources : CIRAD et AFD).

3.3 - Au Cameroun, en zone cotonnière du Nord

Depuis 1994 les techniques de protection antiérosive et d'utilisation de *l'Acacia albida* sont vulgarisées par la SODECOTON , dans des zones de pluviométrie comprise entre 600 et 1 200 mm/an ; depuis 2001 on a introduit le SCV pour une rotation coton- céréale (sorgho, maïs, mil) ; en année 1 la céréale est cultivée en association avec une plante de couverture (*Brachiara ruziensis*, ...) ; la biomasse ainsi produite est conservée sur place et en partie consommée par le bétail, elle sert de couverture pour le coton an année 2.

- Sur un tiers des parcelles testées en milieu paysan le rendement est équivalent au témoin non cultivé en SCV, mais les temps de travaux sont moindres.

- Sur la moitié des parcelles (60 sur 120) le rendement est supérieur au témoin (de 10 à plus de 100%).
- La mesure des quantités d'eau infiltrées permet de dire que la totalité de la pluviométrie est utilisée, il n'y a pas de pertes, contrairement au témoin (¼ de l'eau perdue par ruissellement)
- Il n'y a pas de temps de labour et moins de temps de buttage et de sarclage.
- Il y a un peu plus de dépenses d'herbicides et des dépenses d'azote (urée, 50 kg/ha) les trois premières années (sauf si la plante de couverture est une légumineuse).
- Le revenu net /ha est en hausse: 25% pour le coton, 20% pour le sorgho (source : bilan économique de la campagne 2004, CIRAD).

3.4 - En Tunisie

Des comparaisons ont été menées entre les techniques conventionnelles et les SCV dans deux fermes situées l'une dans la zone Nord (500 à 700 mm/an) l'autre dans la zone Sud (300 à 500 mm/an), toutes deux à base de production de céréales et de légumineuses. Le coût des intrants est évalué aux prix de marché ; les coûts de travail du sol sont évalués sur la base des tarifs des travaux ; les coûts de mécanisation hors travail du sol sont évalués de manière équivalente au travail du sol, ou de manière directe (coût des équipements ramenés à l'ha en fonction de la durée de vie et du taux d'utilisation), ou sur la base du coût direct de l'équipement.

La comparaison entre le semis direct et les techniques conventionnelles donne les résultats suivants :

- ferme du Nord, blé dur : 311 DT/ha en SCV, 353 en techniques conventionnelles : *avantage de 12% au SCV*;
- ferme du Sud, blé dur : 299 DT/ha en SCV, 309 en techniques conventionnelles ; *avantage SCV de 3%* ;
- ferme du Sud, petit pois : avantage SCV de 3%;
- à ces données directes il convient d'ajouter les considérations suivantes: baisse du coût d'amortissement du semoir; vente du fourrage ou de l'ensilage réalisé avec les plantes de couverture; pâturage des plantes de couverture par le troupeau de la ferme: économie d'achat d'aliment du bétail et/ou de culture fourragère, amélioration des performances du troupeau; conservation de la biomasse et restitution au sol, donc gain de fertilité.

3.5 – La mesure des externalités

Un autre point, pour évaluer l'apport total des SCV, est la *question de la mesure des externalités*. Une méthodologie pour cela a été suggérée en 2003 par l'AFD (basée sur des études antérieures, en particulier de Paggiola, Pimentel). On va considérer successivement :

- les impacts de la sédimentation due à l'érosion: augmentation des dommages liés aux inondations et aux crues; la perturbation des écosystèmes aquatiques, la perturbation de la navigabilité, les besoins de traitement additionnels des eaux lié à la présence de sédiments, la perte d'intérêt touristique et récréatif;
- les impacts sur les retenues d'eau : petits lacs collinaires, petits barrages et grands barrages ;
- les méthodes sont des évaluations contingentes, les coûts de transports ; la mesure des coûts de protection supplémentaires liés à la sédimentation, la mesure des coûts directs des inondations (destructions, impacts sur l'habitat, stérilisation de terres,...) ; la mesure de la perte de capacité des barrages et de son impact sur l'irrigation et la production d'hydro-électricité. La méthode la plus simple consiste à faire le calcul :

- « coût de dragage théorique d'un mètre cube de sédiment * quantité de sédiments évités en SCV »;
- la pollution par les intrants des eaux de surface et des nappes ;
- les méthodes consistent à faire le point sur les transferts d'engrais et de pesticides du champ à l'eau, sur l'effet des SCV sur les quantités d'intrants et sur l'évaluation économique de la pollution générée. Il faudrait, en toute rigueur, tout mesurer. Par ailleurs il y a une multiplicité des impacts (dommages écologiques, socio- culturels et d'agréments, économiques directs). On peut suggérer le coût du traitement évité par le produit :
 - o « coût unitaire * quantité évitée pour chaque polluant », et ajouter une estimation des impacts sur la santé ;
- *l'évaluation de la recharge des nappes et de la régulation des débits des cours d'eau*; comment donner une valeur à l'eau ainsi disponible : coût d'opportunité de l'eau, évaluation des quantités évitées en saison des pluies et des quantités supplémentaires en saison sèche ;
- les dommages sur les infrastructures: réseaux de drainage, ouvrages de franchissement, routes: comment évaluer les bénéfices des SCV? le risque d'une coupure de route peut être approché par le produit coût total d'une coupure x probabilité d'occurrence en moins grâce aux SCV; la diminution du dimensionnement des ouvrages et des réseaux de drainage dépend de modèles liant l'écoulement à la pluviométrie sur un bassin versant, de l'estimation d'un redimensionnement moyen et du nombre d'ouvrage dans la zone considérée; la diminution des coûts d'entretien à partir des coûts unitaires d'entretien qu'impose une certaine quantité d'eau et de terres érodées dans la zone;
- biodiversité et milieu naturel : on va séparer la biodiversité dans le sol, celle des terres de remplacement et les effets sur les systèmes aquatiques. La biodiversité dans les sols est favorisée par la faiblesse du travail des sols des SCV (augmentation des vers de terre, recyclage de la matière organique); la diminution des pesticides et herbicides a un rôle positif. La biodiversité des « terres de remplacement » : on veut dire par là que les agriculteurs vont chercher d'autres terres lorsque leurs parcelles sont trop dégradées et donc poursuivre le mouvement de perte de biodiversité, à moins d'adopter le SCV. Les systèmes aquatiques sont dégradés par les intrants et la sédimentation, les pesticides et les herbicides. On va considérer que toute cette biodiversité a trois valeurs : une valeur d'usage (ou valeur fonctionnelle), une valeur esthétique et une valeur morale. La valeur d'usage s'estime par la mesure de la qualité biologique des sols et des systèmes aquatiques (y compris les stocks de poissons aux prix du marché). La valeur esthétique s'estime par des études d'impact sur la perte d'intérêt touristique et récréationnel des sites (par évaluation contingente ou coûts de transports); le consentement à payer est difficile à mesurer dans les PED. La valeur morale s'estime par évaluation contingente. Pour réaliser toutes ces études il conviendrait de disposer de données, notamment d'inventaire faune- flore, ce qui est malheureusement rare;
- carbone: les projets de SCV sont souvent intégrés dans des plans plus vastes d'adaptation aux changements climatiques en raison de l'augmentation de la capacité de stockage du carbone et de l'adoption par la COP7 de l'UNFCCC de l'élargissement de la notion de « puits » aux systèmes de culture. Dans le cadre du MDP des projets « puits » peuvent être lancés et financés par des pays développés pour répondre à leurs propres obligations; les procédures pratiques restent cependant à définir. Le stockage relatif moyen serait de 0 à 1 T de C/ha/an (Feller et INRA). D'après Seguy (CIRAD), les SCV réduiraient les émissions de C d'origine agricole de 40%. L'évaluation économique dépend du prix du carbone sur le marché du carbone. Ce dernier peut être estimé aux environs de 10\$ la tonne. La Banque mondiale estime que le coût des dommages internationaux par tonne de carbone émise serait de 20\$ (in « évaluation du coût de la

dégradation de l'environnement en Tunisie », WB 2003, déjà cité). Au niveau de la Tunisie un bref calcul donne : le SCV permet de stocker 0,5 t C/ha/an sur 20 ans, soit 10t C/ha ; si on met en culture 60% des terres fertiles de ce pays en SCV (3 millions d'ha) , et si l'on estime le coûts des dommages internationaux par t de C émise à 20\$, l'adoption des SCV en Tunisie représenterait un bénéfice international non actualisé de 10x3.10 (puissance6)x 20 , soit 600 M\$ sur 20 ans. En considérant de plus une réduction de 40% des émissions d'origine agricole, et en admettant que les émissions agricoles représentent 40% des émissions de la Tunisie, et en sachant qu'en 1994 ce pays a émis 2.6 tCO2/ hab. /an et qu'il y a environ 10 M hab., le bénéfice international total serait de 21M\$ en 2003. Sans actualiser, cela fait 462 M\$ sur 20 ans.

- Synthèse de l'évaluation des externalités: plusieurs difficultés ont été rencontrées par ailleurs: compréhension des phénomènes et prise en compte globale, notamment des effets « off site » ; rareté des données disponibles ; difficulté d'évaluer les situations de référence et les « états 0 » ; difficultés de généraliser des résultats ponctuels. Les estimations effectuées pour chacun des items sont difficilement additionnables. Dans le contexte tunisien, l'étude AFD estime que le bénéfice majeur des SCV réside dans la diminution de l'érosion et du ruissellement et donc de la limitation des envasements des barrages (0,1% du PIB dans le rapport Banque mondiale), puis dans la diminution de la sédimentation des cours d'eau et l'impact hydrologique (recharge des nappes, régularisation des cours d'eau). Le bénéfice potentiel de la séquestration du C a été grossièrement estimé. Le bénéfice sur la qualité des eaux et la biodiversité est beaucoup plus difficile à quantifier.

3.6 – Conclusions

On retiendra:

Pour l'agriculteur : une baisse des coûts sur le moyen et le long terme ; une réduction des risques climatiques par effet « tampon » du SCV ; la restauration des sols et de leur teneur en matière organique ; l'amélioration générale du « système de culture », en particulier par une meilleure intégration de l'élevage, les possibilités accrues de cultiver les pentes.

Pour la collectivité: *l'augmentation de la valeur ajoutée agricole*, la diminution de la consommation de produits pétroliers (estimée à 50 à 80 litres /ha, soit 20 à 30 DT/ha), d'équipements et de pièces détachées; à long terme une diminution des coûts des pratiques antiérosives par substitution des SCV aux techniques conventionnelles coûteuses, évaluée à 400 DT/ha; la recharge des nappes phréatiques, la diminution de l'envasement des barrages et des risques sur les infrastructures.

Enfin on notera quatre effets sur le carbone: suppression de la libération du carbone produit habituellement par le travail du sol, la diminution des émissions liées à la consommation de carburants, le stockage du carbone par augmentation de la matière organique des sols, et la meilleure rétention du carbone dans les sols par diminution de l'érosion de surface. Avec une tonne de C à 10 \$, un stockage de 14 T/ha sur 10 ans grâce aux SCV, une ferme de 200 ha accumule un gain potentiel de 28 000 DT, soit le coût d'un semoir spécialisé.

Il convient également de noter les réactions des agriculteurs tunisiens :

- remise en cause de pratiques anciennes comme le labour ;
- penser que de nouveaux systèmes de culture sont possibles : en saisissant les opportunités de pluies pour semer les plantes de couverture (en septembre et avril), en abandonnant la jachère, en semant sur de la végétation ;
- pour l'instant ceux qui se sont lancé dans les SCV sont des agriculteurs plutôt jeunes, de taille moyenne ou grande (50 à 200 ha), bien équipés, en plaine et en piedmont, dans le Nord du pays.

Les observations sur d'autres expérimentations (Mali, Tchad,...) ne sont pas encore assez chiffrées pour pouvoir en tirer des conclusions. Cependant tous les efforts se portent sur des recommandations techniques diffusables à moyen terme dans les différentes situations rencontrées. Les autres paramètres, non techniques, sont davantage pris en compte que par le passé : gestion des troupeaux et du foncier, cadres institutionnels de diffusion des SCV, bilan régulier des programmes de recherche d'accompagnement effectué dans le cadre du « PTA », Programme Technique d'Accompagnement, réunissant AFD, FFEM, MAE, CIRAD et partenaires du Sud. Il est temps de se pencher sur la question du pourquoi du refus de l'adoption des systèmes à base de SCV : logique économique (rentabilité), logique sociale (risque de transformation de l'organisation de la société), conditions de réussite (services ruraux, marchés,...).

4 – LE DELAI DE RETOUR SUR INVESTISSEMENT OU LES CONTRAINTES DES PRODUCTEURS

Si les investissements dans la LCD peuvent produisent des effets bénéfiques objectifs pour les populations, chacun est en droit de se demander pourquoi ils n'ont pas lieu de façon plus systématique dans les régions menacées par la désertification, pour récupérer le potentiel productif des terres et pour prévenir tout processus de dégradation. A partir de quelques exemples, dont certains ont déjà été développés précédemment mais sous l'angle du taux de retour économique, nous avançons l'hypothèse selon laquelle le retour sur ces investissements est trop incertain.

Pour les producteurs, un indicateur de leur propension à investir dans l'entretien de leur terre peut être le délai de retour sur investissement. Il a été calculé à partir :

- des coûts des ouvrages de CES issus de deux projets de LCD au Burkina Faso, le PATECORE et le PSB-Sahel.
- des bénéfices moyens en termes d'accroissement de rendement agricole qui sont communément présentés dans la littérature agronomique.

4.1 - Le plateau central du Burkina Faso (1980-2000)

Sources:

Enquête auprès des responsables du projet PATECORE, Ouagadougou septembre 2005.

Reij C., et Steeds D., 2003. Success stories in Africa's drylands: supporting advocates and answering skeptics. Paper commissioned by the Global Mechanism of the Convention to Combat Desertification, 32p.

IFPRI et USAID, 2002. Cutting hunger in Africa through small-holder-led agricultural growth: a technical paper in support of USAID's agricultural initiative to cut hunger in Africa, Mimeo. August 23, 2002.

Entre 1975 et 1985, on constate que 25% de la population de la région du centre, la plus dégradée du pays et la plus densément peuplée (100 Habt/km²) migre vers des zones plus humides, que les rendements agricole chutent à 400-500 kg par ha et que le niveau des nappes phréatiques est en baisse. Plusieurs projets de réhabilitation environnementale et d'intensification agricole (Projet Agroforestier, PEDI, PATECORE) d'une durée de 10 à 15 ans ont eu lieu à partir de 1986 dans cette région. Ils visent à accroître la production agricole et réduire les migrations, accroître la participation et favoriser l'organisation des paysans.

Au total, 101 000 ha de terres sont aménagés dans 7 provinces (35 à 40% des surfaces cultivées) avec des cordons pierreux, des digues filtrantes et des *zaï* :

- les objectifs quantitatifs (technique de CES, conservation des eaux et des sols) ont été atteints mais sans garantie de pérennisation de ces ouvrages ;

- 30% de la population ciblée a été touchée (sur 400 000 personnes) : les projets se sont appuyés sur les groupements villageois qui représentent 30% de la population.

A partir de 1985:

- o Les rendements sont en hausse de 50%, et 25 à 30% des sols agricoles ont été traités avec des techniques de conservation des eaux et des sols ; notamment, le nombre d'arbres présents sur ces parcelles a cru. En revanche, il y a bien une dégradation continue des surfaces collectives.
- Les interactions entre agriculture et élevage s'accroissent et on passe à des systèmes semi intensifs de production avec une croissance de la production de fumier (source de régénération des sols).
- o Il y a un accroissement du fourrage disponible dû au retour des plantes pérennes sur les champs traités avec les méthodes de conservation des sols.
- On constate aussi une réduction importante des migrations temporaires et définitives depuis la mise en place de ces techniques.
- La capacité d'organisation des villageois s'accroît et la pauvreté diminue jusqu'à 50%, sur la base des critères de sécurité alimentaire : en effet, on considère en général que 10% de croissance de la production agricole réduit la pauvreté rurale de 6% (IFPRI et USAID, 2002).

Dans les villages où les méthodes de conservation des eaux et des sols n'ont pas eu lieu, les tendances à l'amélioration n'ont pas ou peu été constatées.

Au niveau organisationnel, les leçons retirées recommandent de ne pas faire dépendre le projet des seuls services publics et de mieux connaître les institutions locales privées et publiques pour identifier des prestataires de services adéquats. Il faudrait aussi envisager une assistance flexible qui se retire au cours du projet.

En conclusion (voir tableau 24), il ressort de ces projets que l'impact des techniques mise en œuvre dépasse la question des rendements des cultures pour inclure à la fois la végétation, l'eau, le bétail, la gestion de la fertilité des sols, sans oublier les impacts démographiques et économiques (migrations). Enfin, parmi les critères de réussite, il faut mentionner la réfection de deux routes principales permettant le commerce.

Tableau 24 : Résultats principaux des actions de CES entreprises sur le plateau central (Burkina Faso)

Hausse des rendements céréaliers de plus de 50%

Sécurisation alimentaire, même parmi les plus pauvres

Achat de bétail : valorisation de la fumure, semi stabulation, embouche

Intensification de l'agriculture (stabilisation des surfaces cultivées)

Réduction de l'émigration (exode rural)

Diversification des productions agricoles

Commerce de la fumure

Remontée des nappes phréatiques

Restauration du couvert végétal (ligneux)

Peu de recours aux fertilisants : propriété chimiques des sols non améliorées

Le délai de retour sur investissement a été calculé par le projet PATECORE (voir tableau 25) : il est de 3 ans pour les producteurs avec le soutien du projet, sinon de 7 ans.

Tableau 25 : Délai de retour selon le PATECORE (1988-2000)

PATECORE = 800 groupements villageois, 8 antennes décentralisées, 60 000 ha de terres restaurées (CES)

Coûts à l'hectare:

Total = 155.233 CFA ~ 237 €

Extérieur (projet) = 80.244 CFA ~ 122 €

Paysan (contribution en travail) = 75.000 CFA ~ 115 €

Bénéfice pris en compte :

Le rendement par superficie a augmenté de 250 kg/an/ha (25.000 CFA/an)

Délai de retour :

l'Investissement du projet de 80.000 CFA/ha est amorti après 4 années

l'investissement paysan de 75.000 CFA/ha est amorti après 3 années.

Délai total: 7 ans

Au niveau macro-économique et environnemental :

- l'émigration a diminué : or, chaque famille supplémentaire qui émigre vers la ville, coûte environ 4.000 €d'infrastructure urbaine pour l'approvisionnement en eau potable (ville de Ouagadougou)
- l'intensification des systèmes de production a amélioré le niveau de vie moyen des producteurs ruraux
- les nappes phréatiques se rechargent mieux et plus vite (accroissement de l'infiltration de l'eau).

4.2 – Un calcul générique au Burkina Faso

Sources:

Hien V et alii, 2004. Recherche sur les technologies de lutte contre la désertification au Sahel et étude de leur impact agro écologique, projet CSFD n° 83, INERA, Burkina Faso, 90 p.

Le Houérou H.N, 1998. « Global climatic change and desertization threats". In : *Sustainable development in arid zones*, Omar, Misak, Al-Ajmi, Al-Awadhi eds, A.A. Balkema, Rotterdam, Brookfield, pp.3-17. Bases statistiques de la FAO.

Le rapport INERA fait le point sur les recherches et les projets de lutte contre la désertification (LCD) qui ont eu cours au Burkina Faso depuis les années 1960. Ces projets ont été mis en place dans la zone nord du Burkina (provinces du Sourou, Yatenga, Zondoma, Passoré, Lorum, Soum, Namentenga, Bam, Sanmatenga, Oudalan, Gnagna, Yagha). Les objectifs de cette étude sont :

- L'analyse critique des recherches sur les techniques de LCD, synthèse bibliographique
- L'étude comparée des actions et des démarches des structures pour les techniques de LCD
- L'évaluation des impacts agro écologiques des techniques de lutte mises en œuvre.

Nous en présentons les aspects économiques.

Les caractéristiques de ces régions sont :

- une pluviométrie inférieure à 700 mm,
- 7 à 8 mois de saison sèche,
- une démographie de l'ordre de 2%,
- une densité moyenne plutôt forte de 38 habitants/km²,
- une diminution croissante des ressources en terres arables non dégradées, 24% des terres arables du Burkina Faso étant fortement dégradées en 1994,

- une pression foncière accrue,
- une population agricole à 90%.

Des pratiques culturales extensives, un faible niveau de technicité, des facteurs extérieurs défavorables (climatiques, maladies...) engendrent de mauvais résultats agricoles (baisse des rendements des cultures), une baisse de la fertilité des sols et la dégradation des ressources naturelles.

Les techniques de LCD peuvent être:

- **mécaniques**: *zaï*, cordon pierreux, diguettes et digues filtrantes, demi-lune, traitement des ravines et mise en place de fossés (de garde ou d'infiltration). Elles sont fortement **mobilisatrices en main d'œuvre**;
- **culturales** : il s'agit de la gestion de la matière organique des sols, compost, fumure organique, engrais minéraux, labour ;
- **biologiques :** il s'agit de la gestion de la végétation des zones à réhabiliter, jachère, mise en défens, paillage, végétation herbacée (bandes enherbées) et ligneuse (reboisement, plantations) manipulées, tapis herbacé³⁰.

Les effets des techniques de LCD sont difficilement mesurables dans leur intégralité sur le court terme. Cependant, ils sont constatés par les populations à partir de l'accroissement des rendements et de la sécurité alimentaire.

Les préférences des producteurs diffèrent en fonction des deux principales zones des projets :

- au nord sahélien (provinces du Soum et Seno) plus affecté par la désertification, ils préfèrent les cordons pierreux, la reforestation et la régénération naturelle assistée plutôt que le zaï mal adapté aux sols sableux;
- plus au sud, sur le Plateau Central, (Sourou, Yatenga...), ils préfèrent les cordons pierreux végétalisés et le *zaï*;
- les producteurs pratiquant ces techniques depuis 15-20 ans font partie d'une élite rurale relativement riche. Ils développent des systèmes agro-sylvo-pastoraux performants.

4.2.1 – Le zaï avec matière organique

Le *zaï* est probablement la technique de LCD sur laquelle le plus de littérature existe. En général, les études sur le *zaï* évaluent la variation des rendements obtenus : ainsi, le *zaï* avec matière organique permet de passer en moyenne d'un rendement en céréales de 0,7 t/ha à un rendement variant de 1 (année 1) à 1,7t/ha (année 2) en fonction des sols et de la pluviométrie. Le *zaï* sans matière organique permet un doublement des rendements en grain dès la première année de son application, et la réapparition de la végétation dès la deuxième année (jusqu'à une vingtaine d'espèces herbacées, voir tableau) un phénomène lié au transport des graines par le vent et le ruissellement et à leur piégeage dans les trous des *zaï*.

_

 $^{^{30}}$ Ces techniques sont regroupées en quatre volets dans le rapport :

⁻ techniques de conservation des eaux et des sols : actions mécaniques et biologiques,

⁻ techniques culturales : scarifiage, labour, sous- solage etc.

⁻ techniques agroforestières : végétalisation, plantations etc.

⁻ intensification agricole : compost, fumier, engrais.

Tableau 26 : Le zaï, impact des traitements sur la richesse floristique des champs concernés, Burkina Faso

Traitement	Nombre d'espèces	Nombre de familles	Fréquence spécifique
T0	12	7	3
ZF	25	11	21
ZFP	33	12	71
ZFPB	30	10	113

T0 : témoin ; ZF : zaï + fumier ; ZFP : zaï + fumier + paillage ;

ZFPB: zaï + fumier + paillage + Burkina Phosphate

Source: Hien, 2004

Les conditions optimales pour le succès du *zaï* sont 300 à 800 mm de pluie annuelle et des sols très pauvres (le *zaï* est mal adapté pour les sols sableux). La contrainte principale est que **cette technique est exigeante en main d'œuvre**. **Le coût du** *zaï* **est d'environ 100 000 FCFA par hectare**, avec 1 000 à 4 000 h de travail par ha (soit 167 à 571 journées de travail de 6 heures)³¹. **L'adoption du** *zaï* **entraîne donc une réduction des superficies cultivées.**

A partir des éléments du rapport nous avons essayé de voir combien d'années étaient nécessaires pour rentabiliser un investissement d'un hectare en *zaï* pour le mil, le maïs et le sorgho qui sont les principales céréales au Burkina Faso.

Traitement du mil avec le zaï:

Tableau 27 : Variations de production et de valeur pour le mil, Burkina Faso

	Production	Valeur (FCFA) ³²
Sans <i>zai</i> (2000)	0,7	52 784,9
Année 1 (2001)	1	120 161
Année 2 (2002)	1,7 ou 1	227 718 ou 133 952

La première année, le *zaï* produit 0,3 t supplémentaire soit l'équivalent 36 048 FCFA (au prix de 2000) : cela ne suffit pas à compenser le coût de la mise en œuvre du *zaï*.

La deuxième année, selon l'hypothèse optimiste, le *zaï* produit 1 tonne supplémentaire soit 133 952 FCFA (prix de 2001) et, le producteur récupère son investissement. Selon l'hypothèse basse de rendement, le *zaï* donne seulement 0,3 tonne supplémentaire soit 40 185 FCFA (prix de 2001) et le producteur ne récupère toujours pas son investissement même en cumulant avec le gain de l'année 1.

Il le récupère la troisième année (on ne dispose pas des prix pour 2003), à moins d'un événement climatique extrême, ou d'une chute brutale des prix.

Cela signifie que la récupération de l'investissement effectué n'est pas immédiate, qu'elle dépend fortement des variations de rendement liés à la pluviométrie et des variations de prix des céréales.

Traitement du maïs avec le zaï

Tableau 28 : Le zaï, variations de production et de valeur pour le maïs, Burkina Faso

	Production	Prix au producteur	Valeur (FCFA)
Sans <i>zai</i> (2000)	0,7	66 331	46 431,7
Année 1 (2001)	1	99 455	99455
Année 2 (2002)	1,7 ou 1	112 337	190 972,9 ou 112 337

³¹ Pour le zaï, le coût de la main d'œuvre est de 797 FCFA pour une journée de 6 heures, soit 133 FCFA/h pour un coût d'opportunité de la main d'œuvre de 100 FCFA.

³² 133 952 FCFA par tonne en 2002, 120 161 en 2001, 75 407 en 2000 (prix au producteur, statistiques de la FAO)

Année 3 (prix de 2002)	1,7 ou 1	112 337 (2002)	190 972,9 ou 112 337
1 miles 5 (pim de 2002)	1,7001	112 557 (2002)	1707/2,70011200/

La première année de *zaï*, le gain est de 0,3 tonnes, soit 29 836,5 FCFA. La seconde année, selon l'hypothèse haute, le gain est de 112 337; la seconde année, selon l'hypothèse basse, le gain est 33 701,1 FCFA. Ces chiffres sont les mêmes pour la troisième année, puisque nous utilisons les prix de 2002. Il n'est pas évident que la troisième année vienne rentabiliser l'investissement effectué si les rendements suivent l'hypothèse basse. Quatre ans et plus peuvent donc être nécessaires dans ce cas.

Traitement du maïs avec le zaï

Tableau 29 : Le zaï, données sur la production et les prix pour le sorgho, Burkina Faso

	Production	Prix au producteur
		(CFA par tonne)
Sans <i>zaï</i> (2000)	0,7	69 291
Année 1 (2001)	1	107 624
Année 2 (2002)	1,7 ou 1	122 411

En année 1, le gain de 0,3 tonne correspond à 32 287 FCFA. La seconde année, l'hypothèse haute établit la valeur monétaire du surplus de rendement à 122 411 FCFA, l'hypothèse basse à 36 723 FCFA. L'investissement peut être remboursé la deuxième année dans le meilleur des cas, ou à partir de la quatrième année selon un scénario de rendement faible.

Conclusion

Le délai de retour d'un investissement en zaï sur un hectare au Burkina Faso varie entre 2 et 5 années.

Ces scénarios permettent de mesurer l'importance du prix des céréales dans le retour sur investissement. La garantie de prix élevés et stables est un facteur non négligeable d'incitation à l'investissement dans les techniques de CES, notamment du zaï, remarque qui rejoint les conclusions d'autres études sur la question. Par ailleurs, la pluviométrie joue aussi un rôle majeur dans la rentabilisation de ces investissements.

La portée de ces calculs est bien sûr à relativiser : notamment, le coût de 100 000 FCFA par ha peut varier en raison de la fourchette importante du temps nécessaire à sa réalisation (de 1 à 4³³) et des coûts en main d'œuvre correspondants, mais aussi en fonction du prix de la matière organique et de son transport³⁴, ainsi que du transport de l'eau nécessaire pour arroser les trous effectués. Les coûts de maintenance ne sont également pas pris en compte.

Les effets bénéfiques du *zaï* sur le sol et la végétation peuvent se faire sentir pendant trente ans. La continuité dans le temps de telles pratiques de LCD est donc un gage de réussite, mais elle nécessite l'assurance de l'accès à une terre pendant plusieurs années (question foncière).

Enfin, on peut noter que les producteurs combinent en réalité plusieurs techniques de CES comme le *zaï* et les cordons pierreux³⁵.

³³ Les données sur les temps nécessaires à la réalisation d'un hectare de zaï sont parfois disparates : selon certains projets, il faut plus de 900 h pour un ha (et non plus entre 1000 et 4000 heures).

³⁴ Dans ces régions du Burkina Faso, le prix du fumier varie de 1 000 à 2 500 FCFA par charrette, mais on ne sait pas combien de charrettes sont nécessaires pour traiter un hectare de zaï (5 tonnes de fumier sont nécessaires par ha).

³⁵ Ou cordons pierreux et bandes enherbées. La combinaison du zaï et du paillage n'est pas rentable selon le rapport.

4.2.2 – Le délai de retour des cordons pierreux et des digues

Source: idem

En ce qui concerne les accroissements des rendements sous cordons pierreux, digues filtrantes et diguettes, ils semblent assez variables. Les résultats suivants ont pu être constatés :

- + 47% dans le cas petit mil sous cordons pierreux
- + 11% pour le sorgho sous cordons pierreux
- de 75% à 133% pour les cultures mise en place sous cordons pierreux, diguettes et digues filtrantes.

La charge de travail pour les cordons pierreux individuel est de 97 h par ha, et de 673 h par ha pour les cordons collectifs financés par les projets de développement.

Tableau 30 : Coûts par ha des cordons pierreux, digues et diguettes filtrantes selon deux projets, Burkina Faso

Bulliulu I uso	
Réalisation	Coûts à l'ha en FCFA
	PATECORE
Cordons pierreux	32 000
Diguettes filtrantes	49 000
Digues filtrantes	100 000
	Programme Sahel Burkina
Cordons pierreux	94 540
Digues Filtrantes	114 206

Source: Hien V. et al, 2004.

Les coûts des cordons pierreux diffèrent en fonction des projets. Deux principaux facteurs peuvent expliquer cela :

- la distance des moellons nécessaires et le transport correspondant. Dans le cas où les moellons doivent être apportés, les frais de camionnage ont été évalués entre 87500 et 105 000 FCFA ;
- le coût de la main d'œuvre.

Par ailleurs, ce coût varie fortement selon qu'il s'agit d'une construction communautaire (ONG ou projets, 74 300 FCFA), une construction familiale (40 440 FCFA), une construction familiale avec des moellons à faible distance (4 850 FCFA).

Les bénéfices de telles réalisations ont été calculés pour 1999 à partir des gains de production observés (Programme Sahel) :

- sous cordons pierreux, le bénéfice annuel des plantations de mil est de 11 600 FCFA, celui du sorgho est de 24 682 FCFA,
- avec des digues filtrantes, le bénéfice annuel lié à la culture du sorgho est de 45 570 FCFA³⁶.

Le rapport coûts bénéfices indique que le temps de valorisation de la main d'œuvre est en moyenne d'une campagne et celui des investissements totaux (cordons, digues et diguettes) de 3 à huit années.

4.2.3 - Conclusion : un appui financier nécessaire à l'investissement

L'évaluation économique des techniques mécaniques de CES (*zaï*, cordons pierreux, digues et diguettes filtrantes³⁷), de leur coût et de leurs bénéfices est délicate en raison de la diversité des coûts relevés ainsi que des rendements obtenus, lesquels dépendent de la qualité des sols et de la pluviométrie.

3,

³⁶ La valeur des accroissements de rendements et donc des bénéfices est aussi liée aux types de sols : sols de bas-fonds pour les digues filtrantes, gain de 64 682 FCFA pour les sols subarides bruns vertiques et de 11 600 FCFA sur sols sableux.

Il faut plusieurs années aux producteurs pour récupérer les investissements réalisés, en moyenne de quatre à cinq années (fourchette : de 2 à 8 ans), ce qui constitue un frein à la mise en place de ces techniques. Cette variabilité du temps de retour est lié à celle de la pluviométrie et des prix des céréales ³⁸.

Les évaluations relevées ne prennent pas en compte les coûts de maintenance des aménagements. Par ailleurs, il est difficile de se rendre compte des impacts de ces aménagements sur la longue durée, en l'absence de données concrètes et souvent de pérennisation des aménagements financés par les projets³⁹. Le développement de systèmes de micro crédit pour appuyer l'investissement sur les terres paraît donc nécessaire à la diffusion des techniques de CES ou d'entretien des sols en milieu sahélien.

Résumé des bénéfices des techniques de CES pour le développement rural

- 1 La mise en place des techniques mécaniques de CES permet le développement de sources collatérales de revenus : marché du travail pour le creusage de trou (*zai*), marché de fumure organique, location d'équipements de transport. Ces nouvelles activités contribuent à l'amélioration des revenus agricoles de 25 à 30%.
- 2 L'apparition d'un surplus de production suite à l'utilisation des techniques de CES a rendu possible, dans les régions concernées du Burkina Faso, la constitution de revenus supplémentaire, parfois thésaurisés sous la forme de bétail. La réapparition de certaines cultures de rente est lié à la remontée de la fertilité dans les champs traités par les CES (niébé et sésame sur le Plateau Central du Burkina Faso).
- 3 La réduction de l'exode rural est la conséquence de l'augmentation des rendements rendue possible par la mise en œuvre des techniques de CES. Elles ont aussi un impact sur le revenu des femmes qui peuvent les utiliser et qui bénéficient de la remontée des nappes phréatiques et du reboisement (corvées d'eau et de bois facilitées). La réduction de la pauvreté et l'amélioration de la sécurité alimentaire est sensible dans les villages qui ont une longue expérience de ces techniques.
- 4 Une élite de paysans s'est constituée avec l'action des projets de CES.

Point faible des projets de CES : l'accroissement des inégalités.

Les projets se sont appuyés sur des groupements de producteurs anciennement constitués (généralement plus d'une génération). Or le problème de la représentativité des groupements de producteurs en contact avec les projets amène à s'interroger sur les catégories bénéficiaires et sur celles exclues de ces actions de régénération : en effet, l'approche participative ne permet pas d'éviter la marginalisation de certains groupes qui ne peuvent pas entretenir les aménagements réalisés par le projet (intrants et main d'œuvre)⁴⁰.

Or les aménagements de CES requièrent une organisation et des choix collectifs, en particulier parce qu'ils nécessitent d'être mis en œuvre à l'échelle du bassin versant.

5 - DES ANALYSES PLUS QUALITATIVES DU RETOUR SUR INVESTISSEMENT : LE ROLE DES FACTEURS INSTITUTIONNELS ET SOCIAUX

Dans les analyses que nous avons développées, c'est l'évolution des rendements qui fonde le calcul du taux de retour économique. Or, celui-ci est tributaire de facteurs socio institutionnels dont l'ensemble des bénéfices pour la LCD ne sont pas pris en compte dans ces calculs.

³⁷ La contrainte principale est celle de la main d'œuvre pour le *zaï*, il faut y ajouter la disponibilité des moellons pour les cordons pierreux.

³⁸ Au Burkina Faso, ces aménagements ont été financés par des projets comme le PATECORE, l'association *Zood-Nooma*, le projet Forêts et Sécurité Alimentaire (FSA) etc. (8 organismes et projets principaux sur le nord du Burkina Faso) ; ils représentent donc principalement un investissement en travail pour les agriculteurs.

³⁹ D'après l'enquête réalisée par l'INERA dans six villages concernés par des projets de CES (provinces du Yatenga, Lorum, Soum), 60 à 100 % de la population interrogée estime nécessaire la poursuite de ces aménagements ; cependant moins de 30% des aménagements programmés ont été réalisés.

⁴⁰ Certains, parmi les exclus des projets deviennent innovateurs sur leurs terres mais c'est une minorité.

5.1 - Le Projet Sahel Burkina (PSB-Sahel, 1989-2004)

Sources:

Dabiré A.B. (coord.), 2004. Valorisation des capacités locales de gestion décentralisée des ressources naturelles, l'expérience du PSB/GTZ dans le Sahel burkinabé, GTZ – ministère de l'Environnement du cadre de vie burkinabé, 81 p.

Jouve P., Corbier-Barthaux C., Cornet A. (coord.), 2002. Lutte contre la désertification dans les projets de développement, AFD-CSFD, 158 p.

Le projet PSB-Sahel fait partie des opérations allemandes relatives à la lutte contre la désertification. Il s'appuie sur un diagnostic concernant l'état des ressources de la région Nord du Burkina Faso, révélant :

- l'extension des superficies cultivées (au détriment des espaces pastoraux),
- une dégradation générale de la fertilité (la dégradation des brousses tigrées et l'abandon des champs dégradés débouchant sur un accroissement des surfaces de steppe herbeuse),
- la recrudescence des conflits autour de la gestion des ressources naturelles.

Les principaux domaines d'intervention du projet sont :

- l'aménagement et la gestion des ressources naturelles (mesures contre l'érosion, reboisement, zonage, établissement de règles de gestion),
- l'agriculture / l'élevage / l'agroforesterie,
- la formation / l'alphabétisation,
- le développement institutionnel, la concertation,
- l'appui aux initiatives socio-économiques des populations (infrastructures communautaires socio-économiques et hydrauliques, crédits aux activités lucratives).

Le projet se fonde sur une approche de type développement local, faisant la part belle à la participation et mettant l'accent sur la problématique de gestion des ressources naturelles. Les innovations réussies sont :

- la **définition d'entités sociales de tailles variables** (villages, quartiers, hameaux, groupes d'intérêt etc.).
- la **définition de ressources-clés** (mares, bas-fonds, enclaves sylvo- pastorales) à la place d'un approche terroir, ces ressources faisant l'objet d'appropriations multiples et étant sources de conflits.
- la **constitution de cadres de concertation légers et informels** (formés des sages identifiés par les communautés lors des assembles générales, selon un mode traditionnel) :
 - o visant le développement d'un capital social (interactions entre acteurs),
 - o permettant la définition et la mise en œuvre de conventions locales d'environnement.

La mise en œuvre des conventions locales d'environnement ainsi négociées a permis une **baisse de 75% des conflits liés aux ressources naturelles** (ils sont passés en moyenne de 60 annuels à 10 annuels). L'administration gère moins de 20% des conflits résiduels contre 71% avant la mise en place du projet, ce qui permet une diminution jusqu'à 90% des dépenses liées aux règlements des litiges.

Les réserves émises tiennent au fait que :

- les cadres de concertation sont des outils fonctionnels mais non maîtrisés par le projet
- le contexte juridique du pays ne reconnaît pas les institutions locales de gestion des ressources naturelles et de développement local mises en œuvre par le projet.

Encadré 6 : Résumé des objectifs et des principaux résultats du projet PSB/Sahel

C'est un projet de lutte contre la désertification axé sur la responsabilisation des populations dans la gestion des ressources naturelles.

Il a organisé des:

- Appuis institutionnels : conventions locales d'environnement
- Aménagements CES : 20 787 ha (*zaï*, demi-lunes, bandes enherbées, compostage, paillage, reforesterie⁴¹).

Les résultats :

- doublement des rendements des cultures et fourragers des zones traitées,
- variation de la charge pastorale conséquente,
- taux de recouvrement en hausse,
- retour de la biodiversité,
- adoption croissante de ces techniques par les populations locales,
- chute de 75% des conflits liés à la gestion des ressources naturelles.

Mais les données quantitatives sur l'amélioration des conditions de vie, sur la valorisation économique des gains en rendement ne sont pas disponibles.

Le calcul du taux de retour d'un tel projet devrait prendre en compte les bénéfices liés à la baisse des conflits sur les ressources ; dans le cas contraire, il serait largement sous-évalué.

5.2 - Le district de Machakos

Source: Reij C., et Steeds D., 2003. *Success stories in Africa's drylands: supporting advocates and answering skeptics*. Paper commissioned by the Global Mechanism of the Convention to Combat Desertification, 32p.

Le district de Machakos au Kenya (1930-1990) est une région où la population a quintuplé entre 1930 et 1989; la **dégradation des terres, observée dès les années 1930 s'est inversée**. Les changements techniques agricoles, l'investissement dans la préservation des sols et la conservation de l'eau, la plantation d'arbres et la mise en clôture des espaces de pâtures expliquent cette évolution. La proximité de Nairobi et les opportunités qu'elle offre en matière de diversification des activités ont contribué à l'allègement de la pression économique sur les terres. Enfin, l'amélioration des routes, la diversification des sources de revenu et les investissements publics ont facilité l'aménagement des terres. En revanche, on ne dispose pas de données sur l'amélioration des revenus des ménages.

Afin de voir si l'exemple de Machakos était du à la proximité de Nairobi, des études ont été entreprises dans d'autres régions d'Afrique, où les projets de développement présents dans ces régions se sont combinés aux initiatives des cultivateurs et à leurs investissements volontaires. Ainsi, les évolutions dans le district de Makueni (Kenya), le département de Maradi (Niger), la région de Kano (Nigeria), et la région de Diourbel (Sénégal) ont été étudiées sur 40 années entre 1960 et 2000.

Les changements principaux depuis 40 ans sont la rareté croissante des terres, la privatisation de certaines ressources comme les résidus de récoltes et le développement de nouvelles formes de gestion de ressources collectives (forêts, prairies...). Les études conduites ont montré que les cultivateurs jouent un rôle déterminant dans la mise en œuvre de techniques de culture plus soutenables, qu'ils savent identifier les solutions adéquates et profiter des opportunités qui se présentent. Ils sont notamment réactifs aux conditions économiques et de marché.

Les décisions économiques de type investissements dans l'amélioration des terres sont prises à l'échelle des ménages; les systèmes de culture ont évolué vers une plus grande intégration

_

⁴¹ Et des cordons et digues pour les champs sur glacis au sud de la zone d'intervention.

agriculture/élevage, une meilleure gestion de la fertilité des sols et une diversification des cultures. Les ressources naturelles sont une partie d'un système de subsistance beaucoup plus vaste. **Dans les régions enquêtées, le foncier coutumier est suffisamment fluide et dynamique pour ne pas décourager l'investissement agricole**.

5.3 - Conclusion

Des analyses sur les déterminants de l'investissement sur les terres à l'échelle des ménages viendraient utilement compléter l'indicateur du délai de retour sur investissement. Le rôle des infrastructures, routes et marchés locaux notamment, dans les décisions de mise en œuvre de la LCD requiert également plus d'attention. Les synergies entre ces critères socio institutionnels, le succès des projets de LCD et les possibilités de diffusion des techniques proposées sont ainsi à prendre en compte. Enfin, le TRE des projets de LCD efficaces sous-estime les bénéfices calculés à partir des rendements dans la mesure où par exemple, les bénéfices liés à la baisse des conflits fonciers, mais aussi ceux concernant l'allègement des charges en travail (collecte d'eau et de bois notamment) ne sont pas pris en compte dans les calculs.

6 – REUSSITE ET PLAFONNEMENT DES OPERATIONS DE LCD, L'EXEMPLE DU PROJET KEITA (NIGER)

Sources:

PEICRE, 1998. Projet d'évaluation des interventions pour la conservation et la récupération de l'environnement (PEICRE) note de synthèse, République d'Italie et République du Niger, 33p.

Di Vecchia A, Genesio L., Mazzoni S., Miglietta F., Vaccari F.P., Maracchi G, 2002. Keita integrated project: an appropriate model for sustainable development, IBIMET, 8 p.

Reij C., et Steeds D., 2003. Success stories in Africa's drylands: supporting advocates and answering skeptics. Paper commissioned by the Global Mechanism of the Convention to Combat Desertification, 32p.

Après avoir montré l'intérêt économique et social de projets de LCD, il convient d'en relativiser la portée, en soulignant l'insuffisance du seul investissement sur les terres. Le projet Keita au Niger montre en effet que la seule réhabilitation des terres ne suffit pas au développement rural africain.

Mis en œuvre entre 1984 et 1999, le projet Keita a coûté 63 millions \$ + 12 millions \$ en rations alimentaires : il a connu trois phases, 1984-1991, 1992-1995 et 1996-1999.

En 1962, la région de Keita au Niger est couverte de forêts sèches. Cette végétation a complètement disparue en 1984 : l'érosion pluviale est alors activée, les ravines multipliées, les pertes de sols et de fertilité sont importantes. Cette année-là, les rendements agricoles sont nuls en raison d'un nouvel épisode de sécheresse.

L'arrondissement de Keita s'étend sur 4 860 km², et le projet sur 2570 km² puis 3500 km². Cette région est constituée par des plateaux, des versants et des vallées, par un cours d'eau principal et une multitude de cours d'eau secondaires. Les glacis relient les versants et les collines aux terrains du fond de la vallée. Des plaines alluviales plus fertiles caractérisent les fonds de vallée. On observe quelques terrains sablonneux et dunes sur les glacis, les versants ou les plateaux. Les plateaux sont peu fertiles, ainsi que les sols des versants, soumis à l'érosion.

Les principales réalisations du projet sont des banquettes de plateau, des banquettes de glacis, des tranchées, des bandes de végétation brise-vent, des barrages d'écrêtage, de stockage, des digues de vallée et des seuils d'épandage. L'objectif est de réduire l'érosion, favoriser l'infiltration d'eau et l'abreuvement du bétail.

Les cultures principales sont les céréales, le coton, les cultures de contre-saison et l'élevage est développé, bien que le cheptel de 1995 reste inférieur à celui d'avant 1973. Par ailleurs, la population dans la région est passée de 65 000 personnes en 1962 à 170 000 en 1995 et à 231 680 personnes en 2002. L'évolution des rendements en céréales est donnée dans le tableau suivant :

Tableau 31 : Evolution des rendements en céréales, projet Keita

	1972-1973	1984	1984-1994
Rendements moyens (tonnes à l'ha)	1,5	0	0,364

Les rendements en fourrage sont supérieurs de 50% dans les zones traitées par rapport aux zones non traitées.

20 000 ha de terres ont été traitées, dont 9 300 sont des terres agricoles, le reste étant des zones pastorales et forestières ; 17 millions d'arbres ont été plantés entre 1984 et 1991. Des dunes ont été fixées. De nombreuses infrastructures ont été construites : routes, puits, écoles etc. Le bénéfice pour la population locale serait de 6 millions de \$ par an (42% provenant du bétail, 25% des légumes, 22% des céréales et 11% du bois).

Les résultats concernant la situation alimentaire peuvent être ainsi résumés : entre 1984 et 1994, la population augmente de 20% et la production agricole de 22,8%, ce qui dénote une légère amélioration de la condition alimentaire des habitants. Cependant, les rendements antérieurs aux sécheresses de 1973 ne sont pas retrouvés. Les superficies cultivées ont augmenté : de 33 750 à 44 850 ha en 1979, entre 107 000 et 167 828 ha en 1994. Les zones effectivement cultivées dépassent celles vouées à l'agriculture : en effet, en 1994, on estime avoir atteint la surface maximale pouvant être cultivée, évaluée autour de 120 000 ha. Celle-ci couvre juste les besoins alimentaires de la population de l'époque : on considère qu'il faut 237 kg de céréales par personne et par an, ce qui correspond dans la région à 0,7 ha de terre de culture par personne compte tenu du rendement de 350 kg/ha (Di Vecchia et al, 2002).

Les perspectives de développement recommandent dès lors de valoriser la diversification des activités: il est particulièrement intéressant de constater qu'un projet reconnaisse avoir atteint une limite dans le développement agricole d'un arrondissement, même si ce constat est par ailleurs alarmant quant à la survie des habitants, qui sont aujourd'hui plus nombreux qu'en 1994. Il serait donc capital d'avoir plus d'informations sur les diverses activités en cours aujourd'hui, à la fois celles du projet et celles des populations, pour comprendre comment elles parviennent à subsister dans cette région, et quelles peuvent être leurs perspectives de développement rural.

Des informations manquent par ailleurs sur les effets sociaux du projet, notamment sur les conditions foncières et leur évolution suite à la mise en œuvre du projet Keita.

7 – RECAPITULATIF DES ACA ET DU CALCUL DU TAUX DE RETOUR : UNE SOUS-ESTIMATION DES BENEFICES

Nous proposons un cadre élargi d'évaluation des retours sur investissement de LCD, en insistant sur les difficultés méthodologiques de calcul.

Dans les travaux de Steed et Reij qui ont nourri notre réflexion, les indicateurs de succès retenus sont :

- les accroissements de long terme de productivité,
- les accroissements du revenu par tête,
- la résilience à la sécheresse des systèmes de production ruraux,
- les améliorations en matière de biodiversité,

- des taux de retour économique de 10% et plus.

La multiplicité de ces indicateurs reflète un regard socio-économique et non pas seulement comptable sur les effets des projets. Par ailleurs, elle est due au manque de données concrètes et à l'absence d'homogénéité des rapports d'évaluation sur lesquels se basent ces travaux.

Les indicateurs privilégiés dans les exemples relevés concernent principalement l'accroissement des rendements agricoles et l'amélioration de la sécurité alimentaire. D'autres critères, d'ordre techniques (évolution des systèmes de production ruraux), sociaux (migrations, conflits) et environnementaux (biodiversité, eau, changement climatique) peuvent être également avancés pour défendre la rentabilité de tels projets.

En prenant en compte l'ensemble des éléments développés précédemment, les bénéfices servant de base au calcul du TRE des projets de LCD peuvent être notablement élargis (voir encadré 7).

Encadré 7 : Une base plus exhaustive de calcul du TRE des projets de LCD

On a d'une part le coût des aménagements, d'autre part les principaux bénéfices économiques, sociaux et environnementaux :

1 - Locaux:

- Agricole et élevage : variations des rendements et de la capacité de charge
- Forêts : accroissement des ligneux (volume de bois, moindre temps de collecte de bois de feu) et variations du couvert végétal (contribution à une meilleure infiltration de l'eau, à la remontée de la fertilité, à la baisse de l'albédo)
- Eau : remontée des nappes phréatiques (moins de temps de corvée d'eau des femmes, ou volume et valeur de l'eau récupérée)
- Gestion des ressources naturelles : diminution des conflits (coût moyen de règlement des conflits)
- Baisse des migrations et stabilisation de la population (coût d'opportunité à partir du coût du branchement pour l'eau potable en ville)

2 - Globaux:

- Récupération de la biodiversité
- Adaptation au changement climatique (stockage du carbone)

Cet élargissement est cependant limité dans les faits par les techniques d'évaluation actuelles : les méthodes de valorisation de la biodiversité ne sont par exemple pas opérationnelles, et d'autres parmi les critères relevés peuvent demander des protocoles d'enquêtes minutieux et coûteux.

De façon générale, les bénéfices environnementaux ne sont jamais ou très peu pris en compte, de même que les bénéfices sociaux et ceux concernant les travaux des femmes (collecte d'eau et de bois).

Une approximation des bénéfices de la diminution des conflits semble simple à obtenir, à partir du pourcentage de diminution des conflits (disponible dans les administrations juridiques) et du coût moyen de règlement. Il en est de même pour le calcul des bénéfices de la stabilisation des populations, bien que la méthode par les coûts d'opportunité soit sujette à controverse.

Il ressort in fine que les TRE des projets de LCD réussis sont sous-évalués et qu'une meilleure prise en compte de leurs bénéfices se heurte à l'insuffisance des méthodes disponibles et à leur coût de mise en œuvre.

8 – CONCLUSION: FACTEURS DE REUSSITE ET RECOMMANDATIONS

Nous reprenons d'abord les facteurs institutionnels de réussite des projets de LCD identifiés par Steed et Reij au terme de leur étude :

- le support public aux investissements privés dans la conservation des eaux et des sols,
- l'amélioration des grandes routes,
- une gestion macroéconomique adéquate qui ne discrimine pas les ressources naturelles et l'agriculture,
- la pression des gouvernements depuis le milieu des années 80 pour améliorer la prise de conscience sur les problèmes environnementaux et leurs solutions.
- le développement institutionnel, notamment la délégation de pouvoir et de ressources financières au niveau des villages, qui semble nécessaire,
- le renforcement des capacités par les ONG et par d'autres projets,
- la capacité des projets, notamment leur flexibilité, à intégrer les innovations technologiques locales *in situ*.

Ces auteurs font 8 recommandations pour permettre au mieux le succès des projets de lutte contre la désertification.

- Les investissements dans les techniques CES amènent des augmentations rapides et perceptibles des rendements et contribuent à réduire la pauvreté.
- La recherche agronomique est payante.
- Il est préférable d'intégrer les innovations des paysans dans des programmes d'extension nationaux et dans les projets de gestion d'agriculture et de ressources naturelles.
- Les usagers des terres, notamment arides répondent aux opportunités des marchés.
- Les investissements dans les routes rurales réduisent les coûts de transaction et facilitent l'accès aux marchés
- Il convient d'encourager les communautés à améliorer les ressources en propriété commune, de donner aux usagers de la terre les droits de gérer et d'exploiter leurs ressources.
- Il faut renforcer les liens entre activités paysannes et non paysannes (diversification des activités).
- Il faut promouvoir les systèmes ruraux financiers pour rémunérer l'épargne et répondre à la demande de crédits.
- Il faut améliorer le suivi des projets et l'étendre aux actions des ONG à petite échelle afin de constituer une base de données étendue sur les expériences réussies en matière de projets de gestion agricole et de ressources naturelles.

Nous complétons ce panorama par les recommandations suivantes :

1 – Du point de vue du développement :

- le TRE est un indicateur pertinent pour les projets de LCD, mais il ne fournit pas suffisamment d'informations sur les contraintes des ménages producteurs. Or, ce sont eux qui prennent les décisions d'investissement sur leurs terres,
- la variabilité des prix agricoles est un facteur limitant l'investissement dans l'entretien des terres : des politiques agricoles de stabilisation ou de soutien des prix pourraient aider la mise en œuvre de la LCD,
- les échanges d'expériences sud sud concernant les investissements dans la LCD sont à promouvoir.

2 - En amont, du point de vue de la recherche-développement :

- les liens entre le foncier et l'investissement dans les terres sont insuffisamment connus et leur exploration servirait à la fois les politiques foncières et agricoles,
- les liens entre femmes et désertification restent trop méconnus alors qu'elles sont à la fois actrices et victimes de la désertification, et potentiellement protectrices de l'environnement, de façon directe comme agricultrices et indirecte par leur fonction éducative : leur charge en travail, alourdie par les effets de la désertification (collecte d'eau, notamment), est un facteur limitant l'entretien de leur terre ; leur non accès au foncier également ;
- il faudrait développer les études sur les investissements spontanés (en dehors des projets) de lutte contre la dégradation des terres pour en dégager les aspects de prise de décision, non seulement à l'échelle des ménages mais aussi ceux collectifs (organisation sociale, institutions) ainsi que les techniques privilégiées (modes de mise en œuvre et entretien des aménagements) : des travaux sur pauvreté et investissements agricoles seraient instructifs ;
- de façon générale, les liens entre la LCD et les inégalités ne sont pas assez étudiés,
- la plupart des projets reposent sur des méthodes participatives développées depuis plus de 15 années, mais qui ont peu ou pas fait l'objet de travaux de synthèse critique ; or, la qualité de la participation mise en œuvre (à la fois respect des usages et extension de la parole aux groupes minoritaires) est un facteur important de réussite des projets. Il apparaît évident, par exemple, qu'en milieu musulman, la voix des femmes ne pourra pas s'exprimer dans les mêmes conditions qu'en milieu chrétien ou animiste.
- 3 Parmi les facteurs de réussite des projets, on peut souligner qu'il serait utile de tirer parti des méthodes utilisées par les projets précédents et d'éviter la répétition d'échecs sur la base d'erreurs similaires en :
 - constituant une base de données présentant les objectifs, les méthodes utilisées, les résultats et les contextes (environnementaux, sociaux, institutionnels et économiques) des projets inventoriés afin de faciliter le travail préliminaire et l'étude de faisabilité des futurs projets de LCD,
 - travaillant sur la demande sociale et les moyens de son expression démocratique afin que les projets répondent au mieux aux besoins locaux, ce qui, au vue de l'étude, est une condition nécessaire pour leur succès.

CHAPITRE 4: LES COUTS SOCIAUX DE LA DESERTIFICATION, APPROCHE PAR LA MIGRATION

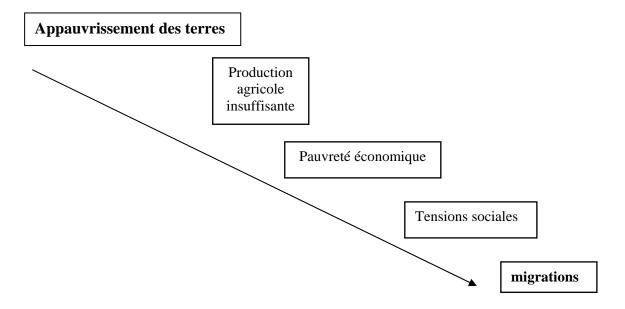
INTRODUCTION

Le coût social de la désertification est un sujet peu étudié même si la désertification est généralement associée à une désorganisation des sociétés rurales. La migration est souvent présentée comme l'un des principaux coûts sociaux de la désertification. Cependant, en l'absence d'étude recensée portant sur les liens entre désertification et migration, cette assertion demeure difficile à vérifier et relève plus d'idées reçus que de résultats scientifiques.

La migration est avant tout reconnue comme une réponse à l'insécurité économique et de façon générale à la pauvreté. En effet, en Afrique, la sécurisation des revenus qui reposait auparavant sur une diversification agricole temporelle et sectorielle, s'appuie plutôt aujourd'hui sur une diversification spatiale des sources de revenus entre les membres de l'unité familiale (Guilmoto, 1997). La migration en milieu rural est de ce fait liée à l'aléa climatique et à la variabilité de la disponibilité des ressources naturelles disponibles, mais elle est aussi due à l'aléa économique et notamment à la variabilité des prix agricoles⁴².

Nous pouvons en guise de préliminaire envisager la séquence suivante de causalités (figure 7) :

Figure 7 : De la désertification aux migrations



92

⁴² Aucune étude n'a à ce jour étudié les liens statistiques éventuels entre ces deux types d'aléas entre les régions soumises à désertification et les autres régions d'Afrique.

Cependant, on peut noter que des analyses contradictoires sont relevées dans la littérature scientifique à propos des liens entre migration et la lutte contre la désertification en Afrique :

- la migration saisonnière vers les villes prive les campagnes de leur force de travail ; ainsi, dans certains villages du Sahel, plus de 80% des jeunes hommes actifs partent en saison sèche chercher un emploi temporaire dans les villes, à un moment où les travaux de lutte contre la désertification (entretien des terres par les diguettes, les *zaï* etc.) pourraient avoir lieu ;
- une étude récente sur le reverdissement du Sahel en attribue la raison aux migrations de populations⁴³, soit spontanées, soit forcées (Olsson et alii, 2005). Elle voie dans l'exode rural et la désertisation des campagnes une solution à la désertification.

Ces deux exemples contradictoires, s'ils reprennent l'opposition classique entre boserupien et malthusien⁴⁴, ne permettent pas de comprendre l'ensemble des liens macro, des motifs sociaux et familiaux ou ainsi que trajectoires économiques et écologiques reliant les deux phénomènes.

Aussi, dans un premier temps, nous définirons ce qu'est la migration en développant une typologie adaptée à la problématique de la désertification à partir des nombreux travaux disponibles sur les liens entre migrations et développement.

Nous présenterons dans une deuxième partie les grandes lignes et les évolutions des migrations internes à l'Afrique, nationales et internationales, de façon quantitative en ce qui concerne l'exode rural en nous appuyant sur les données des Nations Unies, et qualitative en raison de l'absence de données chiffrées disponibles.

Nous aborderons dans une troisième partie les migrations vers les pays de l'OCDE : après un panorama quantitatif sur le nombre et l'origine des migrants en France, nous discuterons des transferts, de leurs montants et de leurs usages, vers les pays d'origine.

Nous présenterons à la suite les coûts et les bénéfices potentiels de la migration ainsi que les facteurs de stabilisation des mouvements des populations rurales.

Enfin, au plan international, on peut relever que les relations entre le phénomène migratoire et les Objectifs du Millenium Development n'ont pas été explorées : cependant, un document spécifique a été produit en 2005 (Usher, 2005) par l'OIM, qui examine brièvement les liens d'interdépendance entre la migration et les OMD, et en particulier pour ce qui nous intéresse avec l'objectif 1 de « lutte contre la pauvreté », et avec l'objectif 7, « combat pour un environnement durable ». Il en ressort les éléments suivants :

- soixante pour cent de la population mondiale de migrants, estimée à 175 millions de personnes en 2000, réside actuellement dans les pays les plus développés ;
- mais les flux migratoires s'effectuent dans une large mesure au sein des pays en développement et entre eux. Le monde en développement accueille ainsi la majorité des migrants internes (dont le nombre est bien plus élevé que celui des migrants internationaux);
- tant les migrations internes qu'internationales continuent d'augmenter et une mutation des flux migratoires s'est opérée : de permanente et unidirectionnelle, la migration semble de plus en plus temporaire, saisonnière et circulaire ;
- le lien entre la migration interne et la migration internationale est controversé : certains affirment qu'il s'agit d'étapes différentes d'un même processus ;

_

⁴³ Et non à des progrès agricoles entraînant l'amélioration des rendements.

⁴⁴ La migration comme facteur de désertification ou comme solution à cette dernière.

- on observe de façon générale un accroissement des mouvements migratoires entre les villes et les campagnes (va et vient) ;
- les problèmes liés au manque de systèmes d'enregistrement et de données fiables constituent un véritable obstacle à l'appréhension du phénomène migratoire.

1 - Typologies des migrations et desertification

La migration est définie comme un mouvement de personnes traversant une certaine limite afin d'établir ailleurs une nouvelle résidence (*Population reference bureau*, cité par Domenach et Picouët, 1995).

Nous présentons deux typologies des migrations qui sont pertinentes pour l'Afrique et pour la désertification, afin d'explorer :

- les raisons de la migration de départ dans les zones exposées à la désertification :
 - o abandon de l'intérêt pour les activités agricoles et attraction des pôles urbains,
 - o diversification face au risque,
 - o déplacement forcé,
 - o émancipation ou pratique culturelle,
- et les différentes formes de retour :
 - o migration de retour,
 - o transfert de capitaux financiers et humains notamment,
- ainsi que leur incidence éventuelle sur la désertification et la lutte contre la désertification.

Une première *typologie dite géographique* est fondée sur le découpage du territoire (Domenach et Picouët, 1995). Elle distingue les migrations :

- *campagnes villes* : il s'agit de *l'exode rural*, qui a pour coût principal l'aménagement des villes (abandon des campagnes, apport alimentaire),
- *villes villes* : dans le contexte africain, le passage d'agglomérations moyennes aux centres urbains comme les capitales est la situation la plus fréquente,
- *villes campagnes*: ce phénomène, souvent appelé désurbanisation correspond généralement à des migrations de retour (et à ce titre elles amènent aussi à la question des transferts en capital humains et financiers entre les lieux de destination et le lieu d'origine),
- campagnes campagnes avec les attracteurs que peuvent constituer les fronts pionniers (zones côtières, front agricole vers le nord vers 300 mm de pluviométrie grâce aux progrès de l'agriculture).

Une seconde typologie (Guilmoto et Sandron, 2003) propose des *profils migratoires*. Elle évalue les *facteurs de départ, les coûts sociaux et économiques pour la société d'accueil*. Contrairement à l'approche classique qui appréhende la migration par l'apport de richesses pour les marchés d'accueil (main d'œuvre, capital humain) et d'origine (transferts), ces auteurs insistent sur les résistances sociales qui peuvent être engendrées par ces mouvements :

- ainsi, les migrants des pays sahéliens vers les zones côtières de la région sont logés « à la périphérie ou dans les interstices non aménagés » des villes (Bonnassieux, 2005) où ils occupent généralement les emplois délaissés par les nationaux ;
- en milieu rural, les migrants sont généralement confrontés à une absence de reconnaissance de droits fonciers sécurisés et forment la main d'œuvre des plantations locales, flexible et passible

d'expulsion à tout moment, en fonction notamment des fluctuations des cours des matières premières, c'est-à-dire de la situation économique.

1 - La précarité de nombreuses *migrations temporaires* n'empêche pas les transferts de capitaux humains et financiers vers le lieu d'origine, souvent un village. Ces migrations temporaires sont décrites comme brèves, avec des allers-retours fréquents et concernent des individus célibataires ; elles sont engendrées par un chômage sectoriel et des bas salaires dans la zone de départ, et par un déficit de main d'œuvre dans les zones d'accueil. Ces dernières bénéficient alors de la flexibilité et du capital humain de ces migrants, sans réels coûts d'investissement dans des infrastructures d'accueil (logements, écoles etc.) en raison de la saisonnalité de ces migrations.

Les migrations de saison sèche dans les zones désertifiées, généralement vers les villes, peuvent correspondre à ce profil. En effet, la saison sèche est traditionnellement une saison de chômage technique pour les actifs agricoles et dans ce cadre la migration peut apporter un ou plusieurs revenus complémentaires ou au minimum soulager la cellule familiale de quelques bouches à nourrir pendant plusieurs mois⁴⁵. Ces migrations temporaires (dont celles saisonnières) sont par conséquent engendrées par la nécessité de diversifier les sources de revenus, par la faiblesse et la variabilité des rendements agricoles c'est-à-dire par la pauvreté. Elles existent aussi dans les zones non arides soumises à dégradation des terres.

2 - Les déplacements de population sont des mouvements permanents sur des périodes brèves et qui concernent des effectifs importants, souvent des familles entières. Il ont lieu lors de grands aménagements ou de catastrophes naturelles telles les sécheresses dans les zones arides. Leur impact sur l'environnement peut être important, entraînant un changement de paysages et d'écosystèmes et pouvant conduire à plus de désertification : l'échec des aménagements proposés dans le cas de l'agriculture d'irrigation (politique des barrages) et la surexploitation des zones de refuge en sont les plus patents. Les réfugiés écologiques forment une catégorie en cours de reconnaissance juridique (Cournil, 2006) : l'origine de leurs déplacements est à la fois naturelle et humaine. Parmi les facteurs naturels, on peut citer la sécheresse et les inondations, les typhons, les tremblements de terre et le volcanisme ; parmi les facteurs humains, la déforestation, les projets d'aménagements donnant lieu à expulsion, la politique de la terre brûlée ou la confiscation de l'environnement ; à l'interface bien sûr, les effets du réchauffement climatique. La Banque Mondiale parle actuellement de 25 millions de personnes dans le monde déplacés du fait de la dégradation de leur environnement (Lassailly-Jacob, 2002)⁴⁶.

Les **réfugiés** ont aussi pour origine les conflits armés, nombreux dans plusieurs sous régions africaines (Afrique de l'Ouest, de l'Est, Centrale).

- 3 L'accès aux ressources et leur disponibilité détermine les *migrations circulaires*, *c'est-à-dire les mouvements de transhumance*. Ces migrations :
 - concerneraient des effectifs de plus en plus réduits de populations humaines en Afrique, les sécheresses des années 1979, 1980 et 1990 ayant provoqué des mouvements de sédentarisation des éleveurs et bergers sahéliens (notamment en ville),
 - mais des cas d'accroissement de la mobilité circulaire des éleveurs liés à la désertification (variabilité dans localisation des ressources pastorales) sont signalés sur toute la bande sahélienne,
 - et ces mouvements circulaires sont indissociables d'une richesse économique (et socioculturelle) importante pour les pays sahéliens, l'élevage.
- 4 Une des causes des migrations de travail, relevée dans la typologie source est l'appauvrissement des ressources naturelles. Cette migration est décrite comme longue (mais non définitive), elle

.

⁴⁵ Même si c'est la saison des aménagements agricoles (entretiens des terres), lesquels requièrent investissements financiers, main d'œuvre ou capital humain.

⁴⁶ En Afrique, Inde, Chine, Mexique et Amérique Centrale.

concerne des individus seuls ou de jeunes familles, et un effectif important de personnes en Afrique; comme la migration temporaire, elle fournit une main d'œuvre à bas prix dans les régions d'accueil ainsi que du capital humain. La migration de travail est d'ailleurs une possibilité d'évolution de la migration temporaire. Elle concerne principalement l'exode rural vers les villes et les districts industriels. La désertification est sans doute un facteur non négligeable de migration de travail, et comme évoqué dans le cas de la migration temporaire, elle répond d'abord à la nécessité de diversifier les revenus dans un contexte climatico-agricole général peu amène. Cette migration peut évoluer vers une migration permanente.

- 5 Les migrations permanentes sont définitives et répondent à la pression démographique et économique: l'existence de zones pionnières favorise cette migration qui peut engendrer des tensions sur le marché du travail dans la zone d'accueil, des tensions foncières dans le cas des zones rurales et des problèmes d'intégration sociale. En Afrique de l'Ouest, les régions côtières ou le sud du Burkina Faso ont pu jouer ce rôle de zones pionnières après l'indépendance de ces pays, mais le phénomène est désormais marginal. Une étude statistique réalisée sur les migrations interprovinciales (campagnes-campagnes) au Burkina Faso montre que la raison principale des migrations permanentes en provenance du nord du pays, c'est-à-dire des régions arides, est la désertification: en effet, dans ces régions du nord du pays, les variables environnementales ont un pouvoir explicatif quatre fois plus important que les variables sociodémographiques pour la migration. Ce travail montre également que la migration est associée négativement au pourcentage de terres cultivées dans les provinces de destination, ce qui indique l'attraction des migrants pour la disponibilité en terres, donc pour la production agricole (Henry S. et al, 2003).
- 6 La *migration d'étude*, scolaire vers les villes, est difficile à mettre en relation avec la désertification. Certes, elle prédispose à la promotion sociale et de ce fait à la diversification des revenus ruraux dans les zones écologiquement sensibles, c'est un investissement, souvent collectif, qui existe dans toutes les régions d'Afrique.
- 7 Enfin, il existe une dernière catégorie de migration, médiatisée, les migrations clandestines vers les pays de l'OCDE, en particulier vers l'Europe, qui impliquent les traversées périlleuses du désert, du détroit de Gibraltar ou de l'océan atlantique. Ces migrations sont classées parmi les migrations de travail dans la typologie utilisée : fréquemment indirectes (passages fréquents prolongés par la Libye et les pays d'Afrique du Nord, Maroc et Algérie notamment, pour réunir les conditions notamment matérielles et informatives nécessaires à la traversée du détroit), il est vraisemblable qu'une partie soient motivée par l'absence de perspectives dans les villes et villages d'origine, ainsi que par la réussite relative de familles voisines ayant des migrants dans les pays du nord. En tout état de cause, motivées par la pauvreté ou par la désertification, ces tentatives de migrations sont appelées à s'intensifier⁴⁷.

Cette typologie permet de visualiser les causes et les caractéristiques des migrations en Afrique, et de les relier au phénomène de la désertification. Cependant, elle présente certaines limites.

- Elle omet *le rôle croissant des femmes dans les migrations* (Bonnassieux, 2005) : actuellement la moitié des migrants sont des femmes (49% en 2000 contre 46,6% en 1960) et ne permet pas de comprendre leurs motivations et trajectoires.
- Elle ne prend pas en compte les migrations de retour.
- Elle ne différencie pas les migrations nationales des migrations internationales.

-

⁴⁷ Il est courant de lire que la plupart des migrants internationaux ne figurent pas parmi les plus pauvres ; ils ont au contraire accès à certaines ressources qui leur permettent de migrer. Pauvreté et vulnérabilité pourraient donc avoir deux effets antagonistes sur la migration : elles inciteraient à émigrer et réduiraient en même temps la capacité à émigrer au loin en raison des coûts de la migration. Ce dernier argument est aussi discutable à l'examen de l'organisation des migrations, les étapes intermédiaires des migrations vers l'Europe, les circuits et leurs évolutions d'une part, et la capacité des villages à regrouper les sommes nécessaires pour le passage d'un ou deux migrants vers la lointaine Europe, migrants qui dans ce cas font aisément figure de sacrifiés.

Un autre type de typologie aurait pu être utilisée pour présenter les migrations en relation avec la désertification : celle qui s'appuie sur des récits et des trajectoires de vie, c'est-à-dire sur des travaux socio anthropologiques. Cependant, à notre connaissance, aucune synthèse de ce genre n'existe même si les sources pour la construire sont riches, nombreuses et éparpillées.

2 – CARACTERISTIQUES DES MIGRATIONS EN AFRIQUE

2.1 – Les mouvements migratoires en Afrique et leur variabilité

Il existe peu de données générales sur les migrations internationales internes à l'Afrique, mais quelques études disponibles sur l'Afrique de l'Ouest montrent que la fréquence migratoire est particulièrement élevée sur ce continent (voir encadré 8). A la fin des années 1990, 13% de la population totale de la région d'Afrique de l'Ouest (Nigeria exclus) résidait dans un pays autre que son pays natal et 40% de la population ne vivait plus dans son district ou sa région d'origine (Court, 2001).

Encadré 8 : Quelques données sur les migrations internationales africaines

<u>Mali</u>: 4 à 7 millions de Maliens résident à l'extérieur de leur pays, et la majorité en Afrique, pour une population résidente estimée à 11 millions.

<u>Burkina Faso</u> : plus de 3 millions de Burkinabé résident à l'extérieur de leur pays, et la majorité en Afrique, soit le quart de la population.

Niger : un pourcentage important de Nigériens résident en Afrique et hors de leur pays.

<u>Afrique du Sud</u>: on compte 1,9 millions d'immigrés en provenance des pays voisins au moment de l'abolition de l'apartheid.

<u>Côte D'Ivoire</u>: entre 1960 et 1980, le solde migratoire du pays est de + 1,3 millions. Entre 1988 et 1992, ce solde migratoire devient négatif (et celui du Burkina Faso positif).

<u>Libye</u>: la Libye a pratiqué une politique d'immigration active à l'égard de l'Afrique sub-saharienne entre 1990 et 2000 et on compte 2,5 millions d'Africain sub-sahariens présents dans le pays en 2000 (avant les expulsions). En 2000, les problèmes économique de la Libye ont conduit à des discriminations puis à des émeutes entre migrants et nationaux et des départs des migrants. Le pays applique désormais une politique de quotas.

<u>Nigeria</u>: en 1983, 2 millions de travailleurs étrangers originaires d'autres pays d'Afrique sont expulsés du Nigeria.

D'autres expulsions de migrants ont eu lieu du Gabon et du Congo.

Bonnassieux, 2005, Guilmoto et Sandron, 2003, Pliez, 2002, Brandeloup et Pliez, 2005; Bossard, 2004

Une enquête portant sur les 7 pays du REMUAO (Côte d'Ivoire, Burkina Faso, Guinée, Mali, Niger, Mauritanie, Sénégal) et sur la période 1988-1992 montre par exemple que l'intensité des migrations est plus forte en Afrique de l'Ouest qu'en Europe : on recense 2 migrations intracontinentales pour 1000 habitants en Europe contre 5 pour 1000 en Afrique de l'Ouest. *Les migrations sont ainsi 2,6 fois plus développées en Afrique de l'Ouest qu'en Europe* (Traoré et Bocquier, 1996)⁴⁸. Les migrations internationales annuelles entre les 7 pays du REMUAO concernent quelque 258 000 personnes sur la période 1988-1992.

 $^{^{48}}$ L'immigration africaine du REMUAO vers l'Europe ne représente que 9% des migrations intra-africaines.

Pour l'Afrique, on peut citer les principaux mouvements migratoires qui se sont développés entre la période des indépendances et les années 1990-2000 :

- les migrations vers les zones côtières d'Abidjan et Dakar depuis les pays enclavés du Sahel, et les migrations de retour concernant la Côte d'Ivoire,
- les migrations des pays de la zone australe vers les mines aurifères ou diamantaires d'Afrique du Sud, sachant que le pays a fermé ses frontières à l'immigration depuis les années 1990 (Guilmoto et Sandron, 2003),
- les migrations vers le Nigeria jusque dans les années 1980 suite au développement notamment industriel de ce pays, et l'expulsion de nombreux migrants par la suite,
- les migrations vers la Libye jusqu'en 2000, avec un durcissement de la politique migratoire par la suite.

Les tendances migratoires se modifient rapidement en Afrique et des pays d'immigration deviennent des pays d'émigration (Côte d'Ivoire, Sénégal, ex Zaïre); de nouvelles destinations, de nouveaux pôles d'emplois, comme le Ghana pour les Burkinabé, apparaissent. Si les nouveaux contours des migrations internes à l'Afrique demeurent peu connus, les travaux menés attestent de la vitalité des comportements migratoires en Afrique et de leur actualité : la fréquence des migrations n'a cessé d'augmenter depuis la période des indépendances avec la multiplication des flux réduits et à courte distance ainsi que celle des mouvements de réfugiés. En même temps, les politiques d'immigration des pays africains sont devenues de plus en plus restrictives.

2.2 – Un modèle des mouvements migratoires en Afrique de l'ouest

Une étude du club du Sahel montre que les zones d'immigration en Afrique de l'Ouest contiennent actuellement 50% de la population de la région contre seulement 32% en 1960 (Court, 2001). Cette étude s'appuie sur un travail de modélisation qui divise la région en quatre sous zones (voir figure 8):

Figure 8 : Les quatre zones démographiques d'Afrique de l'Ouest

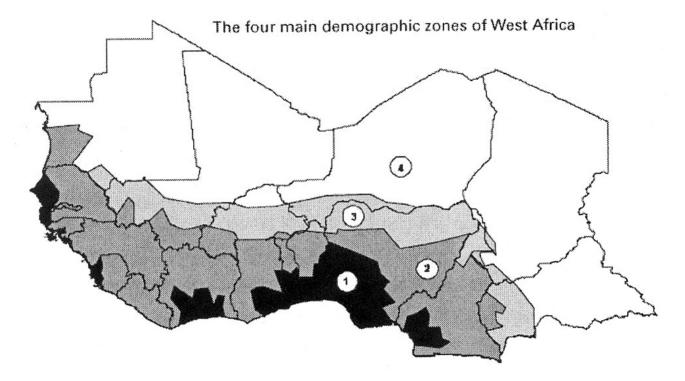
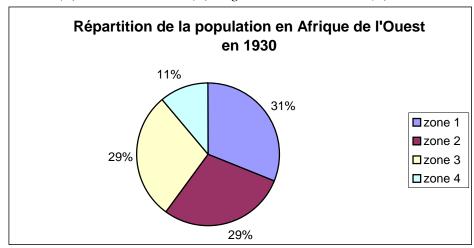


Fig. 3. The four major demographic zones of West Africa.

- La zone 1 est la zone côtière et les espaces proches, qui regroupe 44% de la population d'Afrique de l'ouest pour 7% de la surface totale; elle est caractérisée par la plus forte croissance urbaine et par le plus fort taux de croissance démographique depuis 30 années,
- la zone 2 concerne les régions annexes de la précédente avec 25% de la population totale et 23% de la surface est comparativement la moins peuplée⁴⁹, la moins urbanisée et celle *qui offre le meilleur potentiel du point de vue des ressources naturelles*,
- *la zone 3 est la zone sahélienne* densément peuplée compte tenu de son potentiel en ressources et de développement,
- la zone 4 au nord de la précédente est la plus limitée du point de vue des ressources et c'est une zone d'émigration.

Une projection sur la répartition de la population dans cette région a été faite à l'horizon 2020 à partir des données recueillies depuis les années 1930 (voir figures 9 et 10).

Figure 9 : Répartition de la population en Afrique de l'ouest en 1930 entre zone côtière (1), régions annexes (2), zone sahélienne (3), région nord sahélienne (4)

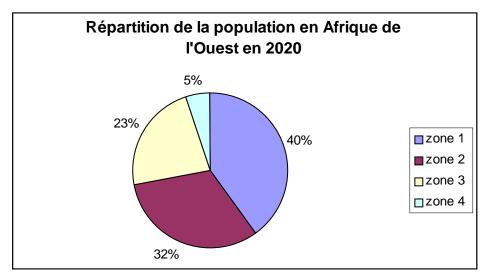


Source: d'après Court, 2001

Figure 10 : Répartition de la population en Afrique de l'ouest en 2020 entre zone côtière (1), régions annexes (2), zone sahélienne (3), région nord sahélienne (4)

_

⁴⁹ Une conséquence de la traite des esclaves.



Source: d'après Court, 2001

Selon les prévisions du Club du Sahel, *la répartition de la population en Afrique de l'Ouest indique donc la poursuite des migrations en provenance des zones exposées à la désertification*⁵⁰. Les mouvements de population vers le sud répondent sans aucun doute à l'inégalité en disponibilité des ressources naturelles, mais aussi et de plus en plus, sont déterminées par la taille et la localisation des marchés urbains et par l'infrastructure disponible :

- ainsi, la densité de population rurale décroît avec la distance au marché dans toutes les zones évoquées ;
- de même, le rendement et la productivité agricole sont liés à la présence des marchés ;
- enfin, les zones d'immigration (Cameroun, Côte d'Ivoire, Sénégal, Ghana) contribuent pour $4/5^{\text{ème}}$ au produit régional.

-

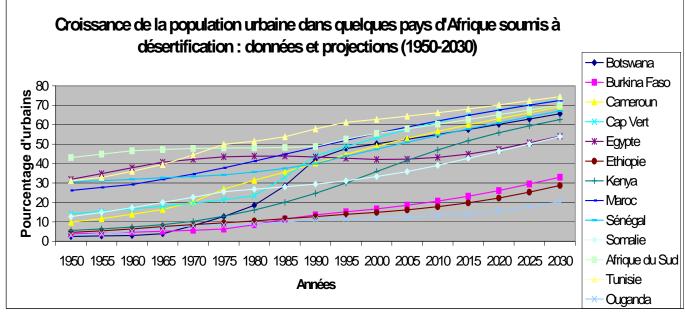
⁵⁰ Toute la région (Mali, Mauritanie, Tchad, Niger, Burkina Faso) se caractérise par des taux de croissance naturelle de l'ordre de 2 à 3%.

2.3 - L'exode rural et la désertification

2.3.1 – Les données sur l'exode rural : vers une désurbanisation modérée ?

Des données quantitatives sur la croissance urbaine en Afrique sont disponibles sur le site des Nations Unies. Bien que cette croissance n'ait pas pour origine le seul exode rural, nous utilisons ces données comme un indicateur approximatif du phénomène : les projections faites sur la croissance des villes dans les pays d'Afrique soumis à désertification indiquent une urbanisation rapide (voir figure 11), ce qui représente un défi en termes de création d'emplois et d'aménagement urbains pour les gouvernements concernés.

Figure 11: Croissance de la population urbaine dans quelques pays d'Afrique soumis à désertification (1950-2030)



Source: projections des Nations Unies donnés démographiques, 2005. Site Nations Unies: http://esa.un.org/unup/

Cependant, les données réelles relevées depuis 10 ans sur le même site (voir Figure 12) montrent un infléchissement de ces tendances, et dans certain cas une évolution contraire au schéma précédent (cas de l'Ethiopie par exemple). De fait, les phénomènes d'exode urbain se développent en Afrique en raison des conditions de vie de plus en plus difficiles dans les villes⁵¹.

_

⁵¹ En Afrique, après les indépendances, la priorité a généralement été donnée à la croissance des capitales. Cette croissance a eu des impacts négatifs : croissance du chômage et du sous-emploi en ville, pression sur les services urbains (éducation, logement, drainage), délitement du tissu social, développement de la criminalité et dégradation environnementale. Cette croissance s'est réduite depuis la fin des années 1990, avec l'émergence des villes secondaires dont les taux de croissance sont actuellement plus élevés que ceux des capitales.

Evolution récente de la population urbaine en pourcentage, dans quelques pays d'Afrique soumis à désertification - Botswana Burkina Faso 60 ourcentage d'urbains Cameroun 50 Cap Vert - Egypte 40 - Ethiopie 30 Kenya 20 Maroc Sénégal 10 Somalie Afrique du Sud Tunisie Années Ouganda

Figure 12 : Evolution récente de la population urbaine dans quelques pays d'Afrique soumis à désertification (1993-2002)

Source: projections des Nations Unies donnés démographiques, 2005. Site Nations Unies: http://esa.un.org/unup/

L'urbanisation en Afrique a été très importante dans la région sahélienne puisque la population urbaine a été multipliée par 8 entre 1960 et 2001 contre une population totale multipliée par 2,8 (Bossard, 2004). Elle a contribué à l'accroissement des niveaux de vie compte tenu du fait que la productivité urbaine est au moins deux fois supérieure à celle rurale. De plus, la ville est le débouché privilégié du développement agricole. Cependant, l'avenir semble augurer d'une urbanisation plus flexible ou temporaire, marqué par des allers retours ville campagne au gré des événements socio-économiques et politiques.

2.3.2 - Exode rural, pauvreté et désertification, de la théorie à l'observation

La théorie de la transition migratoire explique comment les progrès techniques font évoluer les sociétés en insistant notamment sur le phénomène mondial d'urbanisation. Certaines interprétations insistent ainsi sur l'effet des migrations dans ce processus (Domenach et Picouët, 1995):

- *la phase initiale* caractérise les sociétés traditionnelles au mode de vie autarcique, et se distingue par une faible croissance démographique et par des migrations essentiellement liées aux échanges matrimoniaux,
- dans *la deuxième phase*, marquée par une forte croissance démographique, des changements agricoles ont lieu poursuivant l'objectif d'accroissement des rendements et l'émigration devient un moyen de réguler le surplus démographique. Le développement de l'industrialisation entraîne celui des villes qui deviennent des pôles d'attraction,
- *la troisième phase* voit s'accélérer les mutations du milieu agricole : abandon des terres peu rentables, ralentissement de la croissance démographique, poursuite de l'exode rural,
- enfin, *la phase finale* correspond à l'apparition de la société moderne, avec de nouvelles formes de mobilité, les mouvements temporaires, les flux entre villes, l'émigration internationale comme régulation pour les économies dominantes.

Ce modèle, fondé sur l'observation du développement des pays industrialisés, s'applique mal ou imparfaitement au cas de l'Afrique, dont l'exode rural et la croissance urbaine forte ne s'accompagnent pas d'une modification des techniques agricoles d'exploitation de la terre. En effet, la migration vers les villes est souvent une migration de misère, car les villes n'ont pas les capacités économiques d'accueillir les migrants.

En Afrique, l'exode rural et la croissance urbaine s'accompagnent donc :

- D'une dégradation de la vie urbaine liée au *manque d'infrastructures* et caractérisée par la multiplication des bidonvilles dans lesquels se concentre une population vulnérable et par le développement du secteur informel.
- D'une *ruralisation des villes*, c'est-à-dire du développement d'activités agricoles en milieu périurbain parmi lesquelles le maraîchage et l'élevage pour les activités commerciales. *Ces activités engendrent de fait de la désertification en raison d'une trop forte pression anthropique*.
- D'une course à l'espace à la périphérie des villes, autre vecteur de désertification⁵².

Ainsi, les migrations vers les villes provoquées par la désertification sont majoritairement des migrations de pauvreté⁵³. Certains travaux insistent d'ailleurs sur la forte proportion de migrants d'origine rurale dans les bidonvilles (voir encadré 9): la désertification et la dégradation des terres sont donc des facteurs qui alimentent la croissance des bidonvilles; en retour, l'exode rural sans perspective d'emploi en ville provoque une désertification des espaces périurbains.

Encadré 9 : Population et exode rural, impact sur l'environnement et le tissu urbain au Maroc

Une étude menée sur l'exode rural au Maroc souligne d'abord l'importance du phénomène d'exode rural : le pays comptait 35% d'urbain en 1960, il en compte 52% en 2000. Mais pour les auteurs, il s'agit d'un simple transfert de population avec la reproduction des mêmes modes organisationnels et de vie que dans les lieux d'origine.

Le bidonville est la trame d'accueil des migrants en provenance du milieu rural. Il se caractérise par l'absence d'équipements et d'infrastructures organisées (eau et assainissement notamment). L'enquête montre que 66% des résidents des bidonvilles marocains sont d'origine rurale. Les bidonvilles répondent ainsi à la recherche d'un environnement économique, sociologique et culturel compatible avec les possibilités matérielles et les valeurs originelles des migrants agricoles. Ces derniers se déplacent rarement en centre-ville (prix du ticket).

Les quartiers anciens des centres villes accueillent également une forte proportion de nouveaux arrivants et la densité de population y est élevée.

Enfin, les quartiers périphériques clandestins sont caractérisés par des constructions en dur sans autorisation légale, une certaines flexibilité dans la construction du logement et dans la forme d'occupation, par l'insuffisance d'équipements d'infrastructure, par une proportion élevée de ménages d'origine rurale et par une forte part d'occupants au statut de propriétaires.

Source: Lahlou et Zouiten, 2001

_

Le secteur informel absorbe la majorité des migrants issu de l'exode rural : il emploie deux tiers de la population urbaine contre un tiers en 1960 ; en moyenne, les besoins de consommation de ces migrants sont multipliés par trois une fois en ville, ainsi que leur besoins en revenus (Court, 2001).

⁵² Par exemple 140 000 hectares sont perdus autour du grand Alger, et la croissance de la ville de Sfax en Tunisie aurait conduit à la suppression de 9 000 ha de jardins agricoles (Plan Bleu Méditerranée, 2005).

⁵³ Et ce, même si des familles rurales plus aisées, dont les terres sont vulnérables à la désertification parviennent à placer une partir de leur progéniture dans le secteur formel des villes à travers les migrations d'études.

2.4 – Conclusion: démographie et environnement, désertification et migrations

Si les liens entre migrations et environnement font encore l'objet d'un nombre limité de travaux synthétiques, les analyses concernant démographie et environnement sont elles plus anciennes et mieux circonscrites. Elles n'en demeurent pas moins contradictoires et nous nous contentons d'en souligner les arguments principaux.

Ainsi, selon la Land Labour Demand Hypothesis, les ménages contrôlent leur fécondité en fonction de leur besoin de main d'œuvre sur l'exploitation familiale. Une forte disponibilité en terres arables créera les conditions favorables d'une forte fécondité : l'interprétation économique suggère que quand la productivité de chaque travailleur additionnel a un impact important sur le revenu, la disponibilité de la terre est un encouragement à une forte fécondité. C'est notamment le cas des systèmes de production traditionnels extensifs, largement répandus en Afrique. Ainsi, en renversant cette théorie du Land Labour Demand, la pénurie de terres arables devrait faire baisser les besoins en main d'œuvre et donc la fécondité.

Or, les études empiriques montrent que la dégradation écologique peut encourager des taux de fécondité élevés. La pauvreté comme conséquence de l'absence d'opportunité agricole rend nécessaire l'élargissement des sources de revenus, ce qui confère à l'enfant sa valeur économique, même quand la pénurie de terre ne permet plus de l'employer sur l'exploitation familiale (Gastineau, 2001). En effet, les migrations de travail sont importantes dans un contexte de superficie agricole réduite (zone urbaines ou rurales) et la mobilité du facteur travail (salariat, commerce et artisanat) permet la permanence d'une fécondité élevée, sauf lors de périodes longues de séparation des époux.

La relation population environnement classique suggère que c'est la pression démographique qui conduit à la dégradation de l'environnement et dans notre cas à la désertification. De fait, la croissance démographique des zones rurales d'Afrique a été forte jusque dans la dernière décennie du XXème siècle (voir figure 14). La désertification est également en expansion depuis les années 1970.

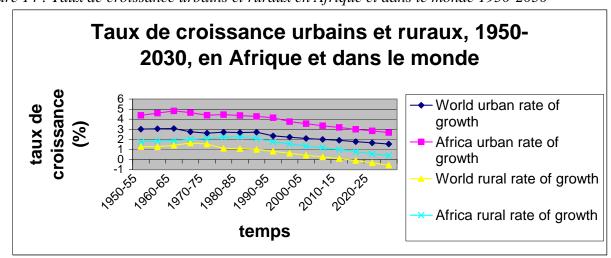


Figure 14 : Taux de croissance urbains et ruraux en Afrique et dans le monde 1950-2030

Source: site des Nations Unies, 2006

Cette affirmation mécaniste est aussi remise en question par plusieurs séries de travaux :

- A propos de la Tunisie depuis les années 1930, Auclair fait le constat suivant : au cours de la période récente, la désertification est moins due à l'accroissement de la population rurale et à l'augmentation de la demande en ressources naturelles qu'à la mise en œuvre de techniques modernes accompagnant le développement rapide de nouvelles filières de production intégrées

au marché (maraîchage, arboriculture, élevage spéculatif, charbonnage...) dans un contexte de transition des systèmes de régulation de l'accès aux ressources (Auclair, 2001). La question foncière est en effet un critère important de désertification : les migrants ne peuvent pas entretenir les terres qu'ils cultivent pour ne pas donner l'impression qu'il marquent ou s'approprient ces espaces, ou tout simplement parce qu'ils n'y ont pas d'incitations en raison de l'absence de droits de propriété leur garantissant le bénéfice des fruits de leurs investissements.

- De manière générale, le développement des cultures de rente, notamment du coton dans les régions semi-arides du Sahel, l'apparition de la traction attelée et la disparition de la jachère, malgré l'apport d'intrants, ont fragilisé les sols et contribué à leur dégradation. Les productions vivrières, souvent laissées à la charge des femmes qui ne disposaient pas de moyens d'investissement, ont progressivement épuisé les sols de culture. Ainsi, certains auteurs insistent plutôt sur le fait que c'est la déprise agraire liée à l'absence de politiques de développement des marchés agricoles internes qui constitue un risque majeur de dégradation de l'environnement, et non la surpopulation (Domenach et Picouët, 2000). De ce point de vue, la migration apparaît comme un indicateur de cette déprise agraire et donc d'un potentiel accru de désertification.

3 – LES MIGRATIONS VERS LES PAYS DE L'OCDE ET LES TRANSFERTS DES MIGRANTS

3.1 – Les migrations de l'Afrique vers la France et les pays de l'OCDE

Il n'existe aucune comptabilité permettant de recenser les immigrés ayant quitté leur pays à cause de la désertification. Les définitions des migrants varie de surcroît d'un pays à l'autre de l'OCDE (voir encadré 10 pour la définition des immigrés en France). Nous présentons des chiffres récents concernant la population étrangère originaire de l'Afrique en France et en Europe.

Encadré 10 : Définition comptable et administrative de la population immigrée en France

Plusieurs définitions et spécifications qualifient la population d'origine étrangère en France :

- étrangers nés à l'étranger et résidant en France,
- population française d'origine étrangère et née en France,
- population française d'origine étrangère et ayant acquis la nationalité française.

Aussi la définition de la population immigrée est-elle entendue au sens large puisqu'elle inclut des individus nés en France et résidant en France depuis leur naissance.

On trouve aussi les définitions suivantes :

- étranger : toute personne qui ne possède pas la nationalité Française;
- il y a deux façons de devenir français : par acquisition et par attribution à la naissance;
- immigré (INSEE) : toute personne née étrangère à l'étranger et vivant en France;
- population d'origine africaine : concept délicat à cerner, comprend les étrangers venant d'Afrique, les résidents français par acquisition et les résidents français par attribution d'origine africaine.
- Population des ménages immigrés (INSEE 1999) : total de la population étrangère et française par attribution et par acquisition vivant dans les ménages installés en France.

Sources : INSEE et Ministère des Affaires sociales, Institut de Géopolitique des Populations

On trouve environ en France 500 000 personnes d'origine de l'Afrique sub-saharienne, et 3 millions de personnes originaires d'Afrique du Nord.

Le tableau suivant donne le nombre d'étrangers pour 17 pays d'Europe : cette population migrante vient pour 56% de l'Europe, pour 22% de l'Afrique et du Moyen Orient, pour 10% de l'Asie, et pour 6% de la Turquie.

Tableau 32 : Nombre d'étrangers dans les Etats de l'Union européenne

Tuoieuu 52 . Nomore a cirangers aans les Liais ac l'Onion europeenne		
Portugal	405 000	
Espagne	2 772 000	
France	3 263 000	
Italie	1 464 000	
Grèce	761 000	
Allemagne	7 318 000 *	
Royaume Uni	2 460 000	
Irlande	215 000	
Belgique	n.d.	
Pays Bas	702 000 *	
Luxembourg	162 000	
Autriche	710 000 *	
Danemark	266 000	
Suède	476 000	
Finlande	107 000	
Pologne	700 000 *	
République Tchèque	180 000	

Source: site INSEE

*= plus de 10% d'étrangers dans la population nationale

n.d.: non disponible

On constate que la part des ressortissants originaires de l'Afrique du nord et de la Méditerranée et résidant en Europe est importante en France, notamment pour l'Algérie, le Maroc et la Tunisie (voir tableau suivant). C'est l'histoire qui apparaît comme l'élément explicatif le plus pertinent de cet état de fait.

Tableau 33 : Nombre d'étrangers en France et en Europe originaires des pays du MENA

Pays d'origine	France	Europe
Algérie	685 558	766 966
Egypte	15 974	126 126
Israël	5 565	41 580
Jordanie	933	20 978
Liban	33 278	111 261
Maroc	725 782	1 634 986
Territoires palestiniens	468	3 741
Syrie	10 826	69 703
Tunisie	260 622	358 269
Turquie	258 817	2 654 721
<u>Total</u>	1997 823	5 788 331

Source : recensement de 1999, migrations méditerranéennes, rapport 2005⁵⁴

Les migrations africaines à destination des pays de l'OCDE qui se sont développées dans les années 1960 restent marquées par les liens culturels et le passé colonial : on compte au total un peu moins de 4 millions de ressortissants d'Afrique sub-saharienne résidant dans les pays de l'OCDE et ces personnes constituent une part relativement faible de la population étrangère, moins de 5%, à l'exception du Portugal et de la France (voir le tableau suivant). Les Sud-africains, les Nigérians, les Kenyans et les Sénégalais sont les plus représentés au sein des pays de l'OCDE même si leurs effectifs restent faibles comparés à ceux d'Afrique du Nord.

⁵⁴ Pour l'accès au rapport complet : www.carim.org

En Europe, la France et le Royaume-Uni demeurent les principales destinations des sub-sahariens : près de 76 200 personnes originaires d'Afrique sont entrées en France en 2002, dont 18 500 en provenance du sud du Sahara. Mais les migrations africaines ont tendance à se diversifier : l'Espagne attire depuis peu des personnes originaires du Sénégal et du Nigeria, comme les nouveaux pays d'immigration d'Europe du sud, en raison de leur situation géographique. Par ailleurs les migrants d'Afrique sub-saharienne sont de plus en plus nombreux à s'installer en Amérique du Nord : aux Etats-Unis, on recense en 2000 près d'un million de personnes nées en Afrique sub-saharienne.

La part des personnes originaires de l'Afrique sub-saharienne dans la population étrangère en France reste limitée à 6,5% : cependant, la France est, après le Portugal, le pays d'Europe dans lequel la proportion des immigrés en provenance de l'Afrique sub-saharienne est la plus élevée ; par ailleurs, le chiffre officiel de 211 000 immigrés est deux fois moins élevé que celui fourni par d'autres sources qui estiment à 500 000 le nombre de sub-sahariens en France.

Tableau 34 : Effectifs de ressortissants d'Afrique subsaharienne dans quelques pays d'Europe, dernière

année disponible (en milliers)

	2001
Belgique	2001
République Démocratique du Congo	13,0
% de la population étrangère	1,5
Espagne	2002
Sénégal	14,8
% de la population étrangère	1,1
France	1999
Afrique sub-saharienne	211,1
Sénégal	39,0
République Démocratique du Congo	36,5
Mali	35,0
Côte d'Ivoire	20,4
Cameroun	20,3
% de la population étrangère	6,5
Italie	2002
Sénégal	36,5
Nigeria	19,5
% de la population étrangère	3,7
Pays-Bas	2002
Ghana	3,6
République Démocratique du Congo	1,3
Cap-Vert	1,3
Soudan	1,1
Angola	1,0
% de la population étrangère	1,2
Portugal	2002
Cap-Vert	60,4
Angola	32,2
Guinée-Bissau	23,4
Sao Tomé et Principe	9,2
Mozambique	5,3
% de la population étrangère	22,4
Royaume-Uni	2003
Afrique	481,0
Zimbabwe	52,0
Nigeria	34,0
% de la population étrangère	3,0

Source: OCDE, 2005

A titre comparatif, la population née à l'étranger originaire d'un pays d'Afrique sub-saharienne représente 3,5% de la population totale d'étrangers en Australie (2001), 1,4% au Canada (2001), 0,7% aux Etats-Unis (2003) et 1,0% en Nouvelle-Zélande (2001)

Enfin, les principales opérations de régularisation fournissent des données sur le nombre de clandestins présent dans les pays européens (voir tableau suivant) : on peut souligner la part importante qu'occupe les personnes originaires d'Afrique du Nord et sub-saharienne dans le nombre des personnes régularisées.

Tableau 35 : Principales opérations de régularisation dans les pays de l'OCDE

Pays	Date	Nombre	Régularisations	Pays d'origine d'au moins la moitié des
		demandes	(milliers)	régularisés
Belgique	2000	35	nd	nd
France	1981-1982	150	121	Tunisie, Maroc, Pays d'Afrique sub-
				saharienne, Portugal
	1997-1998	146	77	Algérie, Maroc, Chine
Espagne	1985-1986	nd	44	Maroc, Portugal, Sénégal, Argentine,
				Royaume-Uni, Philippines
	1991	nd	111	Maroc, Argentine
	2000 (a)	245	144	nd
Etats-Unis	1986	nd	2685	Mexique
Grèce	2000	212	147	
	2001	350	nd	
Italie	1987-1988	nd	119	Maroc, Sri Lanka, Philippines, Tunisie,
				Sénégal
	1990	nd	236	Maroc, Tunisie, Sénégal, Ex-Yougoslavie
	1996	259	259	Maroc, Albanie, Philippines, Chine, Pérou
Portugal	1992-1993	nd	39	Angola, Guinée Bissau, Cap-Vert
	1996	35	22	Angola, Cap-Vert
	2001	nd	131	Ukraine, Brésil

nd : donnée non disponible

(a) : donnée provisoire sur 185 000 demandes examinées

Guillon, 2002 (cahiers français, n° 307)

En conclusion, on peut avancer l'idée que pour réussir une émigration vers les pays de l'OCDE, il est nécessaire d'avoir un capital financier et social important de sorte que la pauvreté, éventuellement engendrée par la désertification, est un facteur limitant ce genre de migration. Car même la migration clandestine requiert des fonds substantiels.

La multiplication et la diversification des voies de passage indiquent cependant l'augmentation des tentatives de migrations clandestines vers l'Europe comme une réponse à des difficultés économiques croissantes et à l'absence de perspectives dans les pays d'origine. Par exemple, plusieurs centaines de sub-sahariens quitteraient chaque jour Nouakchott pour se rendre Nouadhibou, nouveau point de passage vers l'Espagne (Le Monde, 23 mars 2006). Il est difficile d'évaluer la part de la désertification dans les raisons de ces tentatives, et il faudrait aussi interroger la croissance des inégalités engendrée par la mondialisation (Mouhoud, 2005) ou la contribution de l'activité économique souterraine au PIB.

3.2 – Transferts et développement

3.2.1 – Les montants transférés en Afrique

Les transferts sont des envois de fonds privés. En 2005, les transferts enregistrés des migrants vers leur pays d'origine atteignent 232 milliards \$, dont 167 dirigés vers les PED. Ces transferts sont en réalité plus de deux fois supérieurs si on compte ceux informels qui caractérisent une grande partie des envois vers les pays d'Afrique (enquêtes IIED, 2005). Les transferts augmentent plus vite que le nombre de migrants (Banque Mondiale, 2006).

Les transferts sont globalement deux fois plus importants que l'Aide Publique au Développement (voir schéma suivant), ce qui conduit certains décideurs politiques à s'interroger sur le remplacement de l'APD par les transferts. Cependant, en Afrique sub-saharienne, centrale et australe, l'APD reste plus importante que les transferts, contribuant à 50% des flux de financement externe contre 14% seulement pour les transferts (Sander, 2003).

Les envois de fonds sont la deuxième source de financement externe dans les pays en développement (milliards de dollars)

175 Dette privée et participations

150
125 Envois de fonds comptablisés

100
126 Aide publique au développement

25 Dette privée et participations

150
160
175 Dette privée et participations

175 Dette privée et participations

176 Dette privée et participations

177 Dette privée et participations

178 Dette privée et participations

180 Dette privée et participations

180

Figure 15 : L'évolution mondiale des envois de fonds, de l'APD et des IDE depuis 1990

Source: Banque Mondiale, 2006

30 à 40% des transferts mondiaux en nombre sont des transferts sud sud. Les montants sont inférieurs à ceux des transferts nord-sud. Si le mode de régulation socio-économique des sociétés africaines via la solidarité de groupe est indiscutablement important culturellement et politiquement, sa dimension « macro » est visiblement plus réduite (Deveze, 2006).

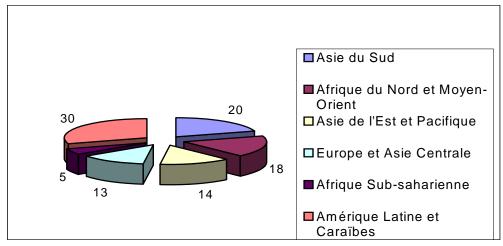
Les transferts ne peuvent pas se substituer à l'APD.

Les deux indicateurs privilégiés pour la mesure des transferts sont les *transferts en volume et les transferts en pourcentage* du PIB (Wilmaladharma J et al, 2004) :

- Parmi les pays recevant le plus de transferts en volume en 2001, on note l'Inde, le Mexique, les Philippines, le Maroc et l'Egypte (Sander, 2003).
- En pourcentage du PIB, le même classement est très différent et se compose de la Jordanie, du Portugal, de la Jamaïque et du Salvador ; seuls 4 pays d'Afrique figurent dans le classement des 20 premiers pays en développement bénéficiaires, (allant de 37,3 à 7% du PIB).

Si certains pays d'Afrique du Nord reçoivent des transferts assez élevés en volume, principalement depuis les pays de l'OCDE et des émirats, l'Afrique sub-saharienne quant à elle semble la région la plus déshéritée en la matière (voir schéma suivant).

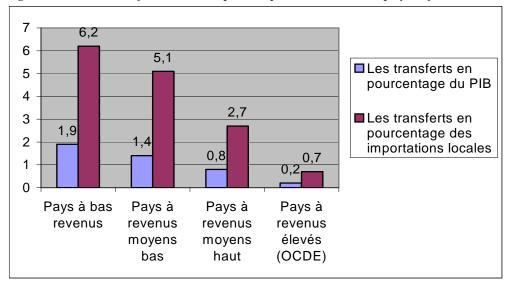
Figure 16 : Répartition des transferts de migrants reçus par région du monde en 2002 (pourcentage)



Source: (Sander, 2003)

Cependant, on observe aussi que les transferts les plus importants en terme relatifs (pourcentage du PIB) ont lieu vers les zones les plus pauvres, dont l'Afrique sub-saharienne (voir schéma suivant). L'Afrique sub-saharienne représente la part la plus faible des transferts en volume, mais elle reçoit plus de transferts proportionnellement à sa richesse, ce qui en confirme l'importance pour son économie.

Figure 17 : Les transferts sont les plus importants dans les pays à faible revenus



Source: Sander C., 2003

En conclusion, pour *la région africaine*, les transferts en pourcentage du PIB peuvent être importants et contribuent de ce fait notablement à l'économie des pays (voir schéma suivant).

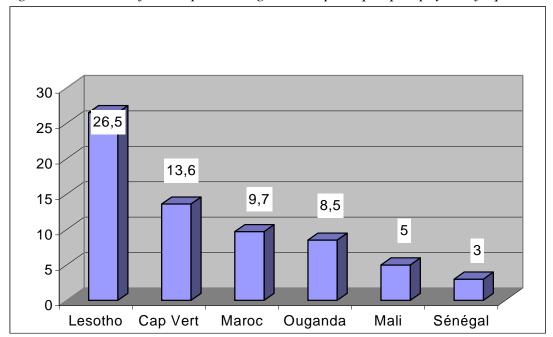


Figure 18: Les transferts en pourcentage du PIB pour quelques pays d'Afrique

Source: Sander, 2003 C.

3.2.2 - Les utilisations des transferts

L'utilisation des transferts des migrants est majoritairement destinée à l'amélioration des conditions de vie au quotidien, besoins de consommation courante ou besoins primaires soit :

- la santé,
- l'alimentation,
- l'éducation,
- le logement (construction notamment) (IIED, 2005).

L'achat de biens durables ou propices au bien-être (hi-fi, jeux etc.) font également partie des usages courants des transferts (Kapur, 2004).

Les transferts contribuent aussi à l'amélioration du statut social : l'investissement dans la vie socioculturelle (mariages, naissances etc.) permet à la famille du migrant d'améliorer son statut. Enfin, les transferts servent à l'investissement dans la terre (achat), le bétail, le remboursement des dettes de la migration, l'épargne et l'investissement dans des activités économiques (entreprenariat)

La hausse de la demande locale permise par les transferts contribue à stimuler l'activité économique locale sauf quand la demande concerne des produits d'importation.

Deux constats sont faits à propos des ménages bénéficiaires :

- Les ménages recevant les transferts dans des régions pauvres dépensent une proportion plus grande des montants dans les dépenses quotidiennes : cela concerne de nombreux bénéficiaires en Afrique urbaine et rurale et dans le Sahel.
- Les ménages recevant les transferts sont généralement plus riches que les autres, ce qui contribue aussi à accentuer les différenciations socio-économique (inégalités).

Les transferts permettent le lissage des chocs économiques et participent de la lutte contre la pauvreté. Selon Deveze, un moyen d'améliorer leur niveau de revenu et à faire face aux besoins incompressibles réside dans les transferts entre ménages en Afrique. Une enquête menée sur les

transferts nets versés par les ménages des capitales de l'UEMOA, montre que 63,8% des ménages versent des transferts monétaires ; 29% de ménages ont à la fois donné et reçu de l'argent. Les autres proportions sont relatives aux ménages ayant donné sans avoir reçu (34,8%) ou ayant reçu sans avoir donné (13,5%), (Deveze, 2005). La plupart des ménages de Cotonou, Ouagadougou, Niamey, Lomé, Dakar et Bamako reversent environ 27 000 FCFA de leur revenu par an, tandis que la moyenne est de 10 400 FCFA par mois, ce qui représente 1,3 à 4,5% de leur consommation (et donc encore moins de leur revenu). La différence entre les montants versés en fonction des secteurs institutionnels varie de 1 à 4 mais toutes les franges de la société sont concernées.

Les transferts se développent dans les deux sens, comme (cas de Dakar), et la lutte contre la pauvreté s'organise aussi par divers ravitaillement des campagnes, ou par l'envoi d'enfants en brousse, la solidarité rencontrant des limites dans les milieux les plus éprouvés des bidonvilles, comme le montre une enquête réalisée dans la capitale de Namibie (Frayne, 2004).

3.2.3 - L'investissement des transferts dans la LCD

L'investissement dans la lutte contre la désertification est donc a priori marginalement concerné par les transferts. Les études locales donnent des résultats contrastés :

- les transferts peuvent décourager l'investissement agricole voire l'activité économique, les ménages attendant de recevoir les fonds qui leur permettront d'assurer le quotidien (constats faits au Maroc);
- *les transferts permettraient aussi une meilleure efficience technique* dans les exploitations agricoles des familles concernées (Mochebelele, 2000, étude de cas au Lesotho);
- on peut ici souligner l'apport en capital humain que peut potentiellement fournir la migration.

L'utilisation collective des transferts est la portion congrue des montants transférés. Elle peut être dirigée vers des investissements de type socio-économiques (voir figure 17). Des associations de migrants financent ainsi des écoles voire des universités (investissement dans le capital humain), des infrastructures sanitaires (points d'eau, dispensaires, assainissement), ainsi que des activités économiques, comme le développement du tourisme, de filières dites équitables et marginalement des opérations de réhabilitation des terres.

Epargne individuelle

transferts

Epargne collective

cotisation

Vers la famille:
- santé
- alimentation
- biens durables (hi-fi etc.)
- éducation

Epargne collective

Vers le territoire:
- équipements sociaux
- activité économique

Figure 19 : Utilisations complémentaires des transferts collectifs et individuels

source: AFD, 2003.

4 – COUTS DES MIGRATIONS

Qu'entend-on par « coût des migrations »?

Si on veut différencier les coûts directs de ceux indirects, en fonction des lieux de départ et d'accueil, ce coût comprend :

- les coûts directs supportés par les migrants: lors du départ d'une personne ou de la famille entière des coûts directs et immédiats sont pris en charge: déplacement, installation, passeur,…la fourchette peut aller de quelques centaines d'€ à plusieurs milliers:
- les coûts directs supportés par les communautés et collectivités d'accueil : infrastructures supplémentaires de type eau, assainissement, raccordements aux réseaux (électrique,...), urbanisme, infrastructures, habitat ; si le niveau d'intégration dans la société d'accueil est élevé il faut y ajouter les coûts supplémentaires de scolarisation, de santé, ... ;
- les coûts indirects éventuels supportés par le milieu de départ : absence d'entretien du milieu naturel, aggravation de l'érosion,...; déstructuration de la société, perte de main d'œuvre, parfois qualifiée, ...;
- les coûts indirects supportés par le milieu d'accueil: impact sur l'environnement d'un nombre accru de personnes (cas notamment des camps de réfugiés), impact sur les systèmes de culture et d'élevage des zones d'accueil et risques de dégradation; selon les politiques des pays d'accueil, il peut y avoir un coût social de l'intégration des migrants.

A ce propos, *L'Institut de géopolitique des populations* a estimé (2005) le « surcoût » des migrants en France à 24 milliards d'€, se décomposant comme suit :

- 4,5 Md€: justice et maintien de l'ordre,
- 9,5 Md€: enseignement primaire, secondaire, supérieur,
- 8,5 Md€: protection sociale,
- 1,5 Md€: politique de la ville, transport, logement.

Ces chiffres ne tiennent pas compte d'autres impacts (qualité de la vie, changement de structure sociale, problèmes d'intégration,...). Ces chiffres concernent la totalité des migrants, quelque soit leur origine (Afrique, Asie, Europe de l'Est).

Si les migrations génèrent des coûts partiellement quantifiables, il va de soit qu'elles apportent aussi de nombreux bénéfices dans les pays d'accueil. Les bénéfices économiques en premier lieu sont issus des migrations de travail; l'apport d'une main d'œuvre bon marché dans les régions d'accueil plus dynamiques stimule le développement économique. C'est le modèle théorique dominant (et libéral) qui présente la migration comme un facteur de développement économique, parce qu'elle permet la réduction des coûts de production et stimule la concurrence (Domenech et Picouët, 2004). La délocalisation d'entreprises est une autre réponse possible.

D'autres auteurs insistent plutôt sur les aspects de consommation et de capital humain : la migration stimule la consommation dans les pays d'accueil, donc la production et l'investissement, et incite les natifs à améliorer leurs compétences (Oudinet, 2005).

La migration de travail est donc dirigée vers les zones prospères ou en expansion. Pour le cas de l'Afrique:

- vers les capitales puis les villes secondaires (développement administratif, économique, secteur informel, tissu périurbain), les fronts ou zones pionnières rurales (salariat dans les plantations, mouvements des agriculteurs et des éleveurs liés aux ressources naturelles disponibles, retour des urbains);
- elle a lieu aussi *hors du continent africain, par exemple vers les pays de l'OCDE* ou les émirats.

Nous proposons un inventaire des coûts et bénéfices des migrations sous la forme des trois tableaux suivants et selon trois types de migration :

- la migration interne à l'Afrique de région agricole à région agricole,
- la migration interne vers les villes africaines,
- la migration hors du continent africain et notamment vers les pays de l'OCDE.

Tableau 36 : Coûts de la migration, migrations régionales, fronts pionniers

	Type de migration (destination)	Coûts de la migration		Bénéfices de la migration		
vers d'autres zones rurales de l'Afrique : fronts pionniers agricoles milieu lié éventuellement à sa méconnaissance par le migrant 2 - Coût environnemental lié à l'absence d'entretien des terres d'installation du migrant (logement etc.) 3 - Coûts d'intégration, (tensions sociales, l'entretien du milieu naturel, mais aussi sociales et économiques) milieu lié éventuellement à sa méconnaissance par le migrant le éventuellement à sa méconnaissance par le migrant le éventuellement à sa méconnaissance par le migrant l'entretien des terres d'installation du migrant (logement etc.) 2 - Coût environnemental lié à l'absence d'entretien des terres (innovations, notamment dans l'entretien du milieu naturel, mais aussi sociales et économiques)		Lieu d'accueil	Lieu de départ	Lieu d'accueil	Lieu de départ	
ressources, participation,	vers d'autres zones rurales de l'Afrique : fronts pionniers	1 – Pression sur le milieu lié éventuellement à sa méconnaissance par le migrant 2 – Coûts d'installation du migrant (logement etc.) 3 – Coûts d'intégration, (tensions sociales, accès aux ressources,	1 - Perte de main en d'œuvre 2 - Coût environnemental lié à l'absence	1 – Main d'œuvre supplémentaire et bon marché (salariat agricole) 2 – Apport de connaissances spécifiques (innovations, notamment dans l'entretien du milieu naturel, mais aussi sociales et	1 - Allègement de la pression sur les ressources 2 - Apaisement de conflits sociaux et	

Tableau 37 : Coûts de la migration, migrations régionales, exode rural

Tableau 3/: Couts de la i				
Type de migration	Coûts de la migration		Bénéfices de la migration	
(destination)				
	Lieu d'accueil	Lieu de départ	Lieu d'accueil	Lieu de départ
Migrations régionales vers les villes du sud,	1 - Perte en terres fertiles liées à	1 – Perte en capital humain (du	1 – Main d'œuvre supplémentaire et bon	1 - Allègement de la pression sur les
(capitales et villes secondaires)	l'extension des villes	migrant)	marché	ressources
= interne et externe	2 - Coûts sanitaires liés à la pollution des nappes phréatiques et à l'absence d'assainissement (infrastructures) 3 - Croissance de la consommation d'eau à des fins d'eau potable entraînant un dépérissement	2 - Perte de main en d'œuvre 2 - Coût environnemental lié à l'absence d'entretien des terres	2 – Echanges avec le milieu rural : accès privilégié à des ressources alimentaires (céréales, échanges campagne villes)	conflits sociaux et
	environnemental (cas des oasis) 4 – Croissance de la pauvreté et de l'insécurité 5 – Coûts d'installation du migrant (logement etc.) et coûts de la vie			

Tableau 38 : Coûts de la migration, migrations internationales, vers l'OCDE

Type de migration		a migration	Bénéfices de la migration		
(destination)	_		G		
	Lieu d'accueil	Lieu de départ	Lieu d'accueil	Lieu de départ	
Migrations vers les	1 - Coût individuel	1 – Perte en	1 – Main d'œuvre bon	1 – Transferts de fonds	
pays du nord	du passage vers le nord	qualification (capital humain)	marché, peu à très qualifiée donc croissance	(sécurité alimentaire, scolarisation, aménagements pour le	
	2– Coûts humains : mortalité des	2 - Perte main en d'œuvre	économique accrue	développement)	
	migrants « par la route »	3 - Coût environnemental lié	2 – Redressement de la natalité	2 - Relais au nord pour les nouveaux migrants (capital social étendu)	
		à l'absence d'entretien des terres	3 – Occupation d'emploi dont les nationaux ne veulent pas		
	4 – Surcoût de l'intégration des migrants (protection etc.)				

5 – LES POLITIQUES DE STABILISATION DES MIGRATIONS

Depuis les indépendances, des politiques de développement rural puis plus tardivement de dispersion urbaine ont été mises en place, pour développer l'agriculture, réduire, voire renverser le phénomène d'exode rural et donner priorité à l'émergence de villes secondaires. De fait, les villes secondaires ont actuellement une croissance plus importante que les capitales dans la plupart des pays d'Afrique.

Des politiques de réduction de la migration se rencontrent dans les stratégies de développement rural et les stratégies de dispersion urbaine.

- Les stratégies de développement rural mettent l'accent sur le développement de l'emploi agricole et non agricole, celui des infrastructures (électricité, eau, routes...), l'accès au crédit pour les petits producteurs, le développement des services de santé, l'amélioration de l'éducation et les réformes agraires afin d'améliorer la qualité de la vie et d'augmenter les revenus des ruraux et *in fine* de réduire la propension à l'exode rural.
- La stratégie de dispersion urbaine a pour objectif d'accroître les opportunités économiques et les conditions de vie dans les centres urbains secondaires pour que les migrants ruraux diversifient leur choix de destination. Il s'agit donc de développer l'emploi dans des lieux choisis via l'investissement public dans les infrastructures et les industries d'Etat, l'assistance aux gouvernants locaux, et l'incitation aux investissements privés, dans le cadre d'une stratégie de décentralisation de l'emploi.

Peu d'études ont été faites sur l'impact de ces stratégies, mais elles nécessitent d'importants investissements publics qui peuvent être contre-productifs par rapport à l'objectif initial de développement rural. En effet, il y a un risque que les villes secondaires servent de transit à une migration dirigée vers les grandes villes. Ces stratégies ont par ailleurs d'autres objectifs comme de réduire les inégalités interrégionales (Beauchemin et al, 2005).

Deux études menées dans la vallée du fleuve Sénégal montre que ces types de politiques influencent les comportements migratoires :

- La politique d'aménagement du territoire menée dans la région de St Louis du Sénégal a consisté à installer des casiers de riziculture et sucriers, à diversifier les cultures (maraîchage) et à construire un barrage anti-sel, créant ainsi les conditions favorables à l'urbanisation de cette région. Les populations des villages ainsi que certaines de la ville de St Louis se sont déplacées vers ces villes secondaires dites «zones urbaines intermédiaires ou semi urbaines ». L'influence des aménagements a donc joué sur les mouvements migratoires de la région (Regnard, 2001).
- Guilmoto, 1997, étudie le rôle de différentes variables socio-économiques dans la migration à partir de données collectées dans 12 villages du Sénégal : il remarque que *le niveau d'éducation*, mesuré par l'alphabétisation, bien que positivement liée à la migration, *a une importance moindre que celle attendue*, probablement en raison des maigres perspectives offertes par les villes ; de plus, les migrations brèves sont le fait des individus les moins éduqués. *La présence des infrastructures* (enseignement, commerce et santé) est liée de manière négative à la migration, *favorisant la stabilité du peuplement* (frein à la mobilité)⁵⁵. La proximité du réseau routier n'a pas d'incidence sur la migration et les zones les plus enclavées sont de fait les plus concernées par l'émigration. Enfin, à *l'échelle familiale*, *l'irrigation (agriculture modernisée) agit comme un frein à la mobilité*.

-

⁵⁵ Les infrastructures sont un indicateur de l'état de développement des activités non agricoles, la diversité des ressources du village ainsi que la taille du villages.

L'autre étude menée au Burkina Faso (Beauchemain et al, 2005) porte sur les effets des politiques de développement local mises en œuvre à la fois en zone rurale et dans les villes secondaires pour réduire la migration vers les villes importantes (voir encadré 11). Le développement local est défini comme la disponibilité de services publics et d'infrastructures publiques, d'activités de revenus et les services commerciaux. La problématique est de savoir si un niveau plus élevé de développement dans les zones de départ a tendance à diminuer les migrations vers les deux pôles urbains du pays, Ouagadougou et Bobo Dioulasso : au niveau microéconomique, on a des informations sur les mécanismes de causalité liant développement local et migrations : les composantes de développement local relatives au contexte économique, marchés dans les villages, grandes entreprises et opportunités agricoles dans les villes secondaires, préviennent la migration.

Encadré 11: "Migration to cities in Burkina Faso: does the level of development in sending areas matter?"

Les politiques de développement des campagnes existent depuis la fin des années 1970 au Burkina Faso; les années 1980 sont le début d'un déclin important des migrations vers les grandes villes, et les villes secondaires deviennent de plus en plus attractives pour les ruraux par comparaison avec les grandes villes. Sur la période 1975-1996, les villes passent de 13 à 59. On peut faire l'hypothèse que cette tendance est due au développement économique de ces villes.

L'impact contrasté des opportunités économiques :

Dans les villages comme les villes secondaires, **les opportunités économiques sont plutôt dissuasives pour la migration**. La présence d'opportunités non agricoles (grandes entreprises, marchés) encourage les gens à ne pas migrer. Le cas des grandes entreprises dans les villes secondaires est à ce titre significatif (réduction de 50% de la probabilité de migrer vers les grands centres urbains). Ce résultat est bien sûr moins visible dans les villages (moins d'entreprises). Ainsi, dans les villes secondaires, la présence d'une activité importante dans le secteur moderne réduit la migration et aimante ceux qui ont migré. **Dans les villages, les marchés** jouent le même rôle sur la migration, en **réduisant par deux la probabilité de migrer vers un grand centre urbain**.

Les opportunités économiques agricoles ont un impact plus diversifié sur les migrations que les opportunités non agricoles : l'effet de l'emploi agricole salarié (cultures vivrières et de rente) varie selon le lieu de résidence puisqu'il augmente la probabilité de migrer des zones rurales et réduit celle de migrer des villes secondaires. Mais il est vrai qu'en ville, l'emploi agricole est souvent associé à d'autres sources de revenus.

Le rôle repoussoir des aménités publiques :

Infrastructures et facilités publiques ont paradoxalement tendance à accroître le risque de migration dans les villages et les villes secondaires⁵⁶. Les écoles n'ont par contre pas d'effets significatifs sur les probabilités de migrer. Mais au niveau individuel (niveau de contrôle des choix éducatifs), les gens les plus éduqués dans les villages sont cinq fois plus susceptibles de migrer vers les grandes villes que les gens sans éducation formelle, ce qui s'explique par l'absence d'opportunités adaptées sur place.

Source: Beauchemin et al, 2005

_

⁵⁶ Les gens vivant dans les villes secondaires avec l'eau courante ont 50% de plus de chances de migrer vers les grandes villes que les habitants des villes sans eau courante, résultat statistique que les auteurs de l'étude ne sont pas en mesure d'expliquer; en milieu rural, deux variables sont positivement liées au risque de migration, il s'agit de la présence de routes et de centres de santé (deux fois et demi plus de chance de migrer quand ces infrastructures sont présentes), ce qui entre en contradiction avec les résultats de l'étude précédente.

6 - CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

1 – Conséquences sociales de la désertification

Une étude du service environnement de la FAO (SDRN /1996) montre que les sociétés rurales soumises à des crises sévères réagissent selon une échelle de gravité croissante. Elle distingue les ajustements suivants en réponse à des crises conjoncturelles de type mauvaise pluviométrie (ou inondation, troubles sociaux, prédateurs,...):

- 1 ajustements au niveau des cultures et de l'élevage
- 2 modifications du régime alimentaire
- 3 aliments de « famine » (fonio sauvage,...)
- 4 emprunt d'aliments chez des parents/voisins/alliés
- 5 recherche de travail non agricole
- 6 émigration temporaire de travail
- 7 agriculture de contre saison en émigration
- 8- vente de petits animaux
- 9 vente de gros bétail
- 10 emprunt d'aliments et/ou d'argent en dehors de la famille/voisins/alliés
- 11 émigration temporaire
- 12 vente de biens (terres,...)
- 13 émigration définitive (De Jaegher, 1994 ; Gommes, 1996)

Comme on le voit dans ce schéma, la migration n'est pas la première réaction à l'aggravation des conséquences de la désertification. Il y a tout d'abord des recherches locales de solution, tant au plan alimentaire qu'à celui des solidarités sociales. L'évolution de la solidarité a été très étudiée et décrite sous les formes les plus diverses : réciprocité, tontines, transferts. En Afrique elle s'applique généralement au groupe avec des phénomènes de redistribution en chaîne ; c'est un mécanisme de protection, un filet de sécurité, mais c'est aussi une contrainte sociale forte. Des études récentes (C3ED 2005) sur les budgets des ménages en Côte d'Ivoire montre qu'environ 15% de l'argent est consacré à l'exercice de diverses formes de solidarité.

En ville, on observe une diminution de ces phénomènes de solidarité, dans les classes moyennes (distance avec le village d'origine), mais aussi dans certaines poches de pauvreté (le lien urbain rural demeure mais avec un apport des campagnes). Le lien entre urbains dans les bidonvilles disparaîtrait ou ne se ferait plus, sans doute par manque de moyens.

La question de la relation du genre avec la désertification n'a pas fait l'objet d'études particulières. On note cependant dans toutes les recherches sur le genre et la répartition du travail rural des grandes constantes : les femmes sont à la fois utilisatrices et protectrices du milieu naturel mais aussi actrices et victimes de la dégradation des terres.

Elles n'ont généralement aucun droit sur les terres mais elles disposent de champ de case qu'elles cultivent intensément et avec grand soin : fumure organique par les déchets de case et les déjections animales, couvert végétal quasi permanent). Elles entretiennent les autres champs selon la distance au village ; elles peuvent exploiter certains arbres, mais on observe que quand cette activité se développe, elle est souvent récupérée par les hommes, car les femmes n'ont généralement pas de droit sur les ressources naturelles. Elles peuvent en vendre les produits ou les utiliser en complément des autres champs.

La question des femmes et de la terre en Afrique mérite des développements dans ce contexte de dégradation des ressources et de recherche de compléments comme l'exploitation des PFNL (gomme, karité,...).

Les femmes gèrent du petit et moyen élevage dont elles s'occupent intégralement (avec les enfants) et qui leur procure des revenus.

Dans certains cas les femmes cultivent des céréales, et parfois une grande proportion des céréales cultivées par le ménage. Il semblerait que ce soit le cas des familles les plus déshéritées, ou des familles où les hommes sont partis.

La division agricole du travail est variable selon les groupes socioculturels. Généralement les hommes font le gros œuvre (préparation des champs, défriche, labour), les femmes l'entretien des champs (sarclage); la récolte et collective, le battage masculin, le vannage féminin. Dans tout les cas la répartition est bien définie.

Est-ce que la désertification change cette répartition? A priori non, mais la LCD va entraîner un surcroît de travaux, notamment de restauration et de réhabilitation (voir en annexe quelques descriptions). La réhabilitation et la restauration demandent des travaux de gros œuvre (transports de pierres, creusement, terrassement, etc.) qui sont de l'ordre du gros œuvre et sont masculins.

Les propositions faites aux femmes concernent les foyers améliorés, les arbres des champs collectifs : gommiers, arbres pour bois de feu, fourrages et sauces alimentaires ; les opérations de CES sont toujours orientés vers les hommes.

Il faut également comptabiliser l'allongement des temps consacré à la collecte du bois de feu et à la recherche de l'eau domestique dus à l'aggravation de la dégradation : le bois devient lointain et l'eau rare. Cela influe très fortement sur la disponibilité des femmes pour d'autres travaux, comme par exemple l'éducation des enfants.

Il faut tenir compte également de la division des budgets selon le genre: si un projet a une tarification réduite quotidienne, ce sont les femmes qui assurent les paiements, tandis que les hommes paieront leur cotisation au mois.

En définitive les femmes sont victimes de la désertification : elles ont des charges de travail de plus en plus importantes et se consacrent peu à l'entretien du milieu.

Les projets de lutte contre la désertification axés sur le bois de feu et l'eau contribuent à leur donner plus de manœuvre.

Il conviendrait de réaliser des guides méthodologiques sur la prise en compte du social dans tous les projets de LCD et de proposer des indicateurs sociaux dans le suivi de ces projets.

2 – les migrations

A l'issu de ce chapitre on constate donc que la migration n'est pas la première conséquence sociale de la désertification, celle ci ayant des effets d'abord sur l'organisation du travail quotidien, en particulier entre hommes et femmes.

Jusque dans les années 1980, les politiques de migration sont flexibles et les migrations sont temporaires et diversifiées : on partait à tour de rôle dans les familles, pour des durées plutôt courtes ; et, dans le cas de migration vers les pays développés, avec une perspective de retour. A partir des années 1980, les migrants ont tendance à rester pour conserver leurs droits de résidence; ensuite la politique du regroupement familial a connu un développement important et a modifié considérablement les tendances.

Cependant le fait le plus marquant est le départ de plus en plus important des zones très menacées. Il convient de noter qu'il est pratiquement impossible de parler de seuils, pour au moins deux raisons :

- les conditions ne sont pas les mêmes selon les zones (activités diversifiées entre agriculture et élevage, techniques différentes,...) et certaines zones peuvent supporter des densités plus élevées que d'autres qui ont les mêmes conditions climatiques et de sol. La notion de capacité de charge est à manier avec une extrême précaution ;

- bien que tous les spécialistes d'écologie parlent de seuils au delà desquels les milieux seraient définitivement dégradés, aucun seuil chiffré n'est proposé. En effet, les conditions économiques interviennent : la restauration peut être chère mais rentable si une production peut la valoriser.

On peut cependant avancer au moins trois indicateurs d'alerte : on atteint les conditions de dégradation maximale :

- 1 : quand toute la superficie d'un terroir est cultivée et qu'il n'y a pas de changement de système de culture : on est certain qu'en l'absence de jachère les conditions vont rapidement se dégrader ;
- 2 : dès que l'on observe une décroissance régulière des rendements ;
- 3 : dès que l'on constate que le sol est à nu pendant toute l'année : cela signifie que le potentiel de germination des graines est réduit, qu'il n'y a plus d'enracinement possible, plus d'eau disponible pour les plantes et généralement un début de cuirassement qui va rendre de plus en plus difficile les efforts de restauration.

On a vu que les transferts de fonds des migrants sont énormes, plus du double de l'APD mondiale. Mais ces fonds ne pas utilisé pour les investissements agricoles et la restauration des milieux.

Si l'on veut investir dans l'agriculture et l'élevage, il est recommandé d'utiliser les moyens de l'APD pour les investissements, en veillant à ce que ces moyens parviennent à leurs destinataires, et de mettre en place des partenariats public/privé:

- en prenant l'exemple des migrants : leurs fonds pourraient servir de garanties à l'obtention de micro crédits et de prêts ;
- en favorisant la création d'entreprises locales de réhabilitation des terres avec des composantes institutionnelles (normes, assistance technique, appui législatif, etc.) et des composantes purement privées (capitaux, gestion, ...); ce qui suppose beaucoup de formation;
- en impliquant des entreprises privées de services (entretien, commerce,...);
- en améliorant les infrastructures routières ;
- en créant les conditions de dialogue société civile/administration.

On a également vu que la migration dans les pays développés entraînait un surcoût estimé, en France en 2005, à 24 milliards d'€. Rapporté en coût annuel et par migrant d'origine africaine, cela donne un montant de 3000 Euros annuels.

On peut ainsi disposer d'un élément de référence supplémentaire dans l'estimation de l'utilisation des fonds de l'APD : dépenser en France pour accueillir et intégrer davantage de migrants, investir dans les zones de départ, dans l'agriculture et la restauration des terres, ou investir en ville. On verra en conclusion générale comment utiliser ces éléments grâce à des scénarios.

CONCLUSION GENERALE

Nous reprendrons les conclusions des différents chapitres en les accompagnant d'un effort de réflexion basé sur des scénarios du futur qui nous permettent d'approcher la question clé : que peut-il se passer si on ne fait rien ?

1 – CONCLUSIONS SUR LES METHODES

Les estimations des coûts « in site » de la désertification et de la dégradation des terres traitent principalement de l'érosion pluviale. Elles s'appuient sur des méthodes classiques en économie de l'environnement : l'évaluation directe des préférences révélées sur marché réel, via l'analyse des variations de productivité du milieu, et l'évaluation indirecte via la méthode des coûts de remplacement appliquée aux pertes des sols en nutriments. Les prix de marché des produits agricoles et ceux des engrais commerciaux servent à la valorisation monétaire des résultats obtenus.

L'estimation des pertes agricoles liées à la désertification est la perte la plus couramment évaluée : ce sont généralement les surfaces en céréales qui sont retenues pour ces calculs. Les pertes pastorales liées à la baisse de la productivité des pâturages donnent également lieu à plusieurs estimations. L'effet de la désertification sur le potentiel forestier est évalué, principalement au travers de la perte en bois et de la baisse du potentiel fourrager forestier.

Les données nécessaires à ces calculs sont les surfaces en terre et leur occupation, leur degré de dégradation et la variation conséquente de la productivité agricole, pastorale et en bois. Les prix des produits agricoles et forestiers permettent d'estimer monétairement le coût économique de la désertification.

Les analyses quantifient les pertes en nutriments (azote, phosphore, carbone) et calculent leur valeur monétaire à partir du prix des engrais commerciaux. Dans certains cas, une relation quantitative est établie entre perte en sol et perte en nutriments ; dans d'autres, c'est le lien entre perte en nutriments et perte en productivité qui est exploré.

La perte de biodiversité forestière liée à la désertification n'est quant à elle pas évaluée.

L'évaluation des effets « off site » de la désertification n'est réalisée qu'à partir du volume d'eau perdu dans les barrages suite aux transports des horizons superficiels du sol et à l'envasement.

De façon générale, les techniques employées sont celle de l'économétrie, de la statistique et de la modélisation, en plus des données obtenues lors de relevés de terrain, mais ces données concrètes sont rares et peu accessibles dans la plupart des pays d'Afrique concernés par la désertification.

2 – CONCLUSIONS SUR LES ESTIMATIONS MONETAIRES

Les résultats des études nationales sur les coûts économiques de la désertification apparaissent assez disparates mais cependant utilisables :

- certains rapports faits sur un même pays donnent des coûts différents, de 1 à 9% du produit agricole, ce qui rend difficile toute conclusion chiffrée mais donne une première approche ;
- sur l'ensemble des pays, pour six études, le coût de la désertification est inférieur à 1% du produit agricole ; pour six autres ces coûts sont compris entre 3 et 6% du produit agricole ; pour deux enfin, entre 8 et 9%. Enfin, pour cinq pays, ces coûts représentent entre 0,4 et 1,5% du PIB :
- les dépenses de restauration et de réhabilitation ne sont pas très élevées en zones de cultures pluviales et en zones de pâturages : quelques centaines d'euros par hectare et par an pendant trois ans ;
- les taux de rentabilité des projets analysés sont bons et donnent des espoirs (10 à 20%);

De façon générale, la désertification engendre des coûts économiques, qui, dans la majorité des cas, méritent d'être pris en compte : les coûts de réhabilitation, lorsque qu'ils sont fournis, sont toujours inférieurs aux coûts de la dégradation, ce qui incite également à défendre les investissements dans la lutte contre la désertification.

De nombreuses études enfin relèvent la situation critique des paysans dont les terres sont affectées par la désertification : le lien entre pauvreté et désertification est à de nombreuses reprises établi.

L'analyse de différents projets de LCD montre que les bénéfices locaux de la mise en œuvre des techniques de LCD peuvent être réels, source de redressement et d'entretien de la fertilité des sols et de réduction de la pauvreté, voire de mise en œuvre de systèmes agropastoraux performants et de diversification des activités rurales.

3 - CONCLUSIONS SUR LES CONDITIONS DES INVESTISSEMENTS

Plusieurs facteurs influent sur les résultats des investissements :

- l'investissement économique de départ : il faut une moyenne de trois ou quatre années pour récupérer l'investissement des *zaï*, des cordons pierreux ou des digues filtrante ;
- la disponibilité en main d'œuvre sur les exploitations agricoles et la qualité de cette main d'œuvre (santé, alimentation);
- le suivi par une structure extérieure (ONG, instituts de recherche, projets de développement, etc.) semble être un facteur important dans l'adoption et l'extension des pratiques paysannes de LCD;
- les réalités foncières peuvent faciliter ou au contraire bloquer la mise en œuvre de techniques de LCD:
- la pauvreté des agriculteurs et des éleveurs implique nécessairement le recours à l'APD pour investir ;
- l'existence de systèmes de micro crédits en complément de l'APD;
- l'instabilité des prix agricoles ne favorise pas les investissements.

La question des projets pastoraux demeure presque entière : des expériences de réhabilitation de pâturages, par la mise en place de cordons pierreux par exemple, améliorent le milieu naturel ; mais dans le cas des pâturages qui ont le statut de terres communes, ce qui est fréquemment le cas en Afrique, la question de la réglementation foncière et des modes d'usage des pâturages joue un rôle important dans la préservation du milieu (cas de la transhumance notamment) : quels sont les droits d'accès et quelles organisations et modes de financement promouvoir est la fiscalité relative à l'élevage qui pourrait pour permettre l'entretien des aménagements effectués ?

En se basant sur le dépouillement des études analysées, que ce soit les études par pays ou les études de cas, on peut conclure que les projets terminés ou en cours présentent généralement les mêmes défauts :

- ils ne prennent pas, ou peu, en compte les besoins réels des agriculteurs et des éleveurs, leurs capacités, leurs savoir-faire et leur niveau technique; ils sont basés sur des observations trop souvent uniquement techniques (perte en terres, baisse des rendements,...) et ne sont donc conçus que pour répondre à des objectifs purement techniques;
- ils ne prennent pas, ou peu, en compte l'organisation des sociétés rurales et les droits en usage, notamment les droits fonciers, d'accès aux ressources comme l'eau et la terre, les systèmes de répartition des richesses créées, d'organisation du travail entre hommes et femmes, entre classes d'âges;
- ils ne prennent pas en compte le facteur "temps" et sont généralement de trop courte durée;
- ils tentent d'imposer des solutions et des "paniers" de recettes trop techniques, sans tenir compte des contextes économiques, notamment les prix des produits agricoles et des intrants, et des contextes sociaux;
- ils ne facilitent pas l'accès au crédit et les instruments de l'aide publique ne sont pas adaptés au travail avec des sociétés villageoises, des agriculteurs et des éleveurs.

Ces principaux défauts font que les projets de développement ne sont souvent que des greffes temporaires plaquées sur des sociétés qui, au mieux, s'empressent de les oublier quand ils sont terminés et au pire de ne pas entretenir les investissements faits, voire de les détruire. A l'inverse, de nombreuses initiatives villageoises ne trouvent pas les soutiens espérés.

Il convient donc de travailler aux conditions d'appropriation par les populations des objectifs des projets de LCD afin que ceux-ci deviennent pérennes quand les financements extérieurs sont terminés, que les investissements réalisés soient entretenus et productifs.

La base de cette appropriation est un dialogue constant entre techniciens, financiers et organisations villageoises avant les décisions de projets, afin que les sociétés et leurs composantes soient responsabilisées dès le départ et pendant le déroulement des projets. On peut suggérer par exemple que les populations participent à la prise de données nécessaires à l'évaluation des opérations réalisées. Cette approche, pas vraiment novatrice mais rarement mise en pratique, est appelée couramment aujourd'hui "gouvernance participative". Les méthodologies les plus diverses existent, seule la volonté d'aboutir compte, et c'est ce qui manque le plus, à la fois de la part des techniciens et des responsables politiques nationaux, de la part des bailleurs, dont les outils ne sont pas adaptés, et de la part des sociétés villageoises qui se méfient.

Enfin, si on tient compte des surfaces réellement traitées par les projets de développement par rapport à la surface de référence beaucoup plus vaste, souvent l'arrondissement, il serait peut-être utile de réfléchir à la question des externalités des projets sur l'ensemble de l'arrondissement, en terme d'impact indirect sur les pratiques culturales et pastorales et sur l'environnement « in site » et « off site ».

4 - DEVELOPPEMENT DE QUELQUES SCENARIOS

Dans un dernier temps, nous proposerons des scénarios possibles dans les pays d'Afrique soumis à désertification sur la base des éléments précédemment développés et à partir d'une étude globale présentant des scénarios qualitatifs d'évolution planétaire que nous décrivons et adaptons au cas de la désertification.

4.1 - Politiques de développement, coopération internationale et politiques nationales

Plusieurs scénarios peuvent être envisagés.

4.1.1 - L'abandon des campagnes et l'investissement dans le développement des villes

Ce scénario serait justifié par un credo écologique radical : la nécessité de laisser au milieu naturel le temps de se ressourcer soit une mise en défens totale permanente des surfaces en terre (pâturages, forêt, cultures) ;

Ce scénario (figure 20) a pour conséquence première l'abandon de toute idée de sécurité alimentaire et repose sur l'idée que la production mondiale des pays non arides étant suffisante pour nourrir le monde, il est inutile pour les pays soumis à désertification de compromettre leur patrimoine naturel pour se nourrir. Ainsi, la nourriture sera importée, sans problème d'accès puisque toute la population de ces pays sera concentrée dans les villes. Des enclaves touristiques seront néanmoins mises en place au fur et à mesure de la régénération des ressources (richesse faunique et floristique) afin d'accroître les revenus (devises) de ces pays, par exemple pour financer l'importation de l'alimentation et le développement des villes⁵⁷.

Figure 20 : Le scénario de l'abandon des campagnes Abandon des campagnes, mise en défens Coût de l'abandon de la Benefices urbains: Si spécialisations dans le secteur des souveraineté alimentaire : Importations alimentaires dans les services et certaines industries de villes transformation (délocalisations?) Politiques urbaines de Sources rurales de devises développement (coûts): (bénéfices): Infrastructures sanitaires et sociales, Enclaves touristiques Ranchs privés de faune sauvage perspectives d'emploi, technologies non polluantes Plantations de gommiers Coût environnemental de l'abandon des Effets sur les migrations : bénéfices locaux campagnes: l'abandon des campagnes ne La ville est souvent un transit vers une signifie pas la restauration du milieu naturel : migration plus lointaine état d'avancement de la dégradation S'il y a polarisation des inégalités en ville, risque de croissance des migrations des terres berges des fleuves internationales embroussaillement et feux de **Transferts** brousse => Rôle de l'homme dans l'entretien du milieu naturel : pâture, culture, nettoyage des forêts, pare-feux etc.

Dans ce scénario, l'effort sera mis donc mis sur le développement et l'aménagement des villes :

- en termes d'infrastructures (voies d'eau, assainissement, routes, électricité),

-

⁵⁷ On peut aussi envisager le développement des ranchs d'élevage sauvage, de la culture du gommier, et des opérations de reboisement par les pouvoirs publics ou quelques privilégiés.

- sociales : médicales et éducatives,
- en terme d'opportunité d'emploi : de nombreuses activités urbaines devront être créées (commerces, services etc., délocalisations ?),
- une attention particulière devra être portée, considérant la densité de population urbaine, à la mise en place de technologies non polluantes dans les villes (gestion des déchets, des transports en commun etc.).

Ce scénario est bien sûr irréaliste :

- l'abandon des campagnes ne signifiant pas la restauration du milieu naturel :
 - o les berges des fleuves non entretenues conduiront à leur érosion accrue et à l'envasement des barrages,
 - o les surfaces désertifiées, déjà cuirassées ne peuvent pas être récupérées sans intervention humaine car l'eau ne s'y infiltre pas ou très peu,
 - o la pâture modérée des troupeaux permettant l'entretien du milieu, évitant notamment l'embroussaillement (technique reconnue de gestion du bétail et des pâturages par les bergers du Sahel),
 - o les aménagements ruraux évitant par exemple la progression des feux de brousse (parefeu)
- la migration forcée vers les villes constituant une violence injustifiable pour des sociétés rurales attachées à leur environnement (communautés),
- à l'heure actuelle, les campagnes nourrissent les villes, particulièrement dans les couches défavorisées des bidonvilles (échanges campagne- villes)
- de plus, concentrer les populations dans les villes constitue une forme d'incitation à la migration internationale notamment sud nord : les villes ne sont-elle pas considérées comme des lieux de transition entre les campagnes et les migrations internationales ?
- enfin, les phénomènes migratoires seront renforcés si le développement des villes se traduit par une polarisation des inégalités économiques et sociales.

4.1.2 – L'investissement simple dans la réhabilitation des terres dégradées

Une politique d'investissement massif dans la récupération des terres dégradées, soutenue aux niveaux international et national aurait pour conséquences :

- la rationalisation de l'occupation et de l'affectation de l'espace rural entre culture et pâturages selon les données biophysiques (relief, sols, cours d'eau) et l'aménagement des cours d'eau : plateau, versants, vallées,
- l'accroissement des rendements agricoles et en bétail.

Mais:

- la valeur économique de ces accroissements reste tributaire des prix aux producteurs et de leur variabilité, d'où une incertitude sur la hausse du niveau de vie des populations concernées,
- cette politique suppose une situation foncière stabilisée,
- reste la question de l'entretien des aménagements après les investissements initiaux,
- se pose la question d'une limite, en l'absence de progrès technologique, à ces politiques, c'est-àdire un plafonnement des rendements conjointement à une saturation de l'espace (voir conclusions du. projet Keita au chapitre 3).

Effet sur les migrations :

- dans un premier temps, une telle politique attirerait les gens vers les campagnes concernées puisque ces régions présenteraient un avantage comparatif sur les autres (coûts de production inférieur compte tenu des aménagements subventionnés),
- dans un deuxième temps, la saturation de l'espace, le plafonnement des rendements et la croissance de la population entraîneraient une émigration, vers les villes ou vers d'autres provinces ou pays.

Figure 21 : Le scénario de l'investissement simple dans la récupération des terres

Politiques d'investissement massif dans la récupération des terres : aménagements et fertilisants

Coûts: Aménagements

Coût moyen de 100 000 FCFA par ha (agriculture)

Coût moyen d'aménagement des pâturages : 100 000 FCFA par ha

Coût moyen d'un ha de plantation (et taux de survie des arbres plantés) ?

Entretien des aménagements initiaux

Bénéfices socio-économiques :

- a Rationalisation del'occupation et de l'affectation de l'espace rural et agricole
- b- Augmentation des rendements agricole, en bois et en bétail

Bénéfices environnementaux :
Amélioration des services rendus
par les écosystèmes locaux :
Recharge des nappes,
Couvert végétal,
Fertilité

Global : biodiversité, changement climatique

MAIS:

- 1 La valeur de l'accroissement des rendements (impact sur le revenu) dépend des <u>prix</u> <u>agricoles</u>
- 2 Nécessité d'une <u>situation</u> <u>foncière</u> stabilisée et sécurisée
- 3 Fort impact des <u>variations</u> <u>pluviométriques</u>

Deux effets sur les migrations :

- 1 Court terme : attraction des régions favorisées par cette politique
- 2 Moyen terme : plafonnement des rendements, saturation de l'espace, émigration

4.1.3 – L'investissement dans la réhabilitation des terres dégradées accompagné par celui dans le développement d'activités diversifiées

La question posée est celle de la diversification des activités rurales notamment de la transformation in situ de certains produits agricoles et dérivés du bétail (artisanat, agro-alimentaire) afin :

- o de créer un salariat supplémentaire au salariat agricole et susceptible de consommer sur les marchés ruraux,
- o d'exporter ces produits vers d'autres parties du pays, de la région etc.

On peut aussi l'envisager à partir du développement de fabriques de fruits séchées, de transformation du lait, de l'aquaculture, voire des ranchs d'élevage sauvage. L'énergie solaire, le reboisement et le gommier sont d'autres sources potentielles d'accroissement des niveaux de vie ruraux (UNCCD, 2005). Mais le problème majeur à ces innovations reste d'ordre institutionnel : les infrastructures ne sont pas toujours opérationnelles pour permettre le développement de ces activités (électricité, route, etc.) la machine institutionnelle souffre d'inertie, et d'une absence de coordination entre les différents échelons politiques.

L'effet sur les migrations de ces innovations dans une région donnée en ferait une zone d'immigration (voir figure 22).

Figure 22 : Le scénario de l'investissement agricole et de la diversification des activités

Investissement agricole et diversification des activités rurales

Investissement dans la LCD et ses bénéfices : accroissement des volumes de matières premières produits et des revenus locaux

Politiques de développement industriel en faveurs des campagnes : agro-industries, énergie, services, organisation de filières (transformation locale)



Investissement dans des industries de transformation des matières premières (création de valeur ajoutée):
Transformation de la gomme, du coton, des céréales et des fruits, du lait, artisanat, etc.

Suppose <u>(coûts d'investissement)</u>: Politique de soutien : financier et de

formation

Politique d'aménagement : réseau routier,

électricité etc.

Bénéfices économiques :

Locaux : Croissance du niveau de vie rurale si entretien constant des aménagements de LCD Nationaux : produits d'exportation à plus forte

valeur ajoutée

Effet sur les migrations:

Court terme : stabilisation et migrations vers

les campagnes Moyen terme : ??

4.2 – Flexibilité, stratégies de subsistance et ressources adaptatives, le point de vue du producteur

Le schéma suivant issu d'une étude de cas sur les conditions d'adaptation au changement climatique des producteurs agricoles de trois villages du Mexique met en valeur leurs marges de manœuvre et leurs possibilités de migration associées.

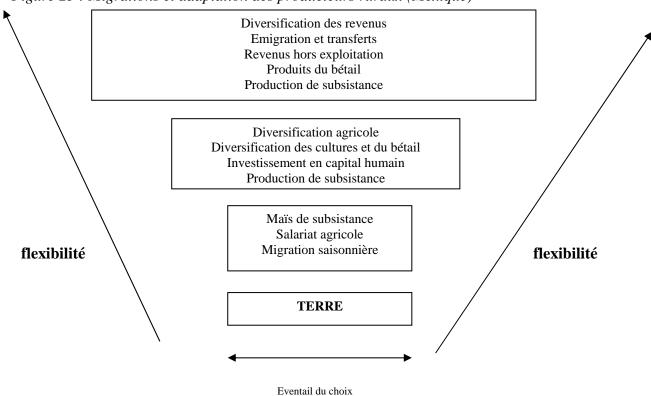


Figure 23: Migrations et adaptation des producteurs ruraux (Mexique)

Source: Eakin H., 2005.

4.3 – Des scénarios planétaires et leur impact sur la désertification et les migrations

Les *scénarii* suivants sont adaptés de l'article de l'article G.C. Gallopin et F. Rijsberman qui décrit trois scénarii holistes sur l'usage et la disponibilité mondiale de la ressource en eau en insistant sur des facteurs pertinents pour notre approche, à savoir, les questions de démographie et de migrations, celles des surfaces et choix agricoles et enfin, celles relatives au développement des régions les moins avancées, voire laissées pour compte.

Les trois scénarios proposés sont :

- « business as usual » ou la poursuite des politiques courantes,
- le scénario de l'économie, de la technologie et du secteur privé ou la toute puissance du marché,
- le scénario des valeurs et des modes de vie ou le renouveau des comportements quotidiens, de la solidarité et de la coopération internationale.

La démarche adoptée inclut les dimensions sociales, sociétales, institutionnelles et environnementales de la problématique eau.

Nous synthétisons les différents scénarios (voir tableau ci-dessous) afin d'envisager les mesures à prendre concernant la désertification. Pour les régions arides d'Afrique, les deux premiers scénarios sont une catastrophe : un accroissement de la désertification, qui se traduit par une intensification des migrations de travailleurs faiblement qualifiés.

Tableau 39 : Synthèse des scénarios par paramètres

	Scénario 1 : business as usual	Scénario 2 : la toute puissance	Scénario 3 : le changement des
démographie	Fort taux de croissance, urbanisation chômage en ville migration	du marché idem	valeurs et des modes de vie Ralentissement du taux de croissance et transition démographique, contrôle des flux de migrants (négociation avec les pays d'accueil)
technologie	Développement technologique rapide mais accroissement modéré de l'efficacité des usages de l'eau et de l'adoption de nouvelles techniques de cultures en raison notamment d'un faible nombre de personnes bénéficiaires (coûts prohibitifs)	Idem mais développement technologique plus rapide et plus inégalitaire : technologies différenciées selon le niveau de développement des pays	Développement technologique moins rapide: technologies orientées par une rationalité économique de long terme que par la recherche de profit de court terme; développement d'éco technologies fondées sur l'observation et la compréhension du fonctionnement des écosystèmes
social	Développement du modèle de consommation avec une persistance de la pauvreté et un accroissement des inégalités	Développement du modèle de consommation avec une aggravation plus forte des inégalités inter et intra pays et régions ainsi que de la pauvreté	Réduction des inégalités et de la pauvreté
gouvernance	Structures asymétriques de pouvoir, conflits localisés, accélération de la mondialisation	Idem mais le processus de mondialisation est plus rapide et plus exclusif (marginalisation de pays voire de régions défavorisées), l'influence de l'Etat diminue, la privatisation des ressources est généralisée, la coopération internationale n'existe plus	Idem dans un premier temps puis crise mondiale qui change les modalités du pouvoir : Etats, entreprises, ONG et communautés forment des forum de négociations et de décisions, à différentes échelles (du local au global) ; modèle de gouvernance distributive permis par les progrès des modes de communication. Les ressources sont gérées localement par des structures collectives mixtes et selon un principe de participation
économie	Croissance du commerce, du PIB et des investissements	Idem mais de façon plus accentué, accroissement important des inégalités	Croissance plus lente du PIB sauf dans les pays du Sud où la croissance importante et soutenue par la coopération internationale
environnement	Accroissement de la dégradation des sols, diminution de l'eau disponible, accroissement de la salinisation, dégradation de la végétation, désertification accrue	Idem	Amélioration globale de l'environnement, réhabilitation des écosystèmes et gestion raisonnée de la ressource en eau, la désertification recule grâce à des investissements spécifiques

Le scénario 1 prévoit un accroissement très rapide de la demande en eau, des mouvements migratoires importants, une extension de la diminution des ressources naturelles disponibles, d'où une diminution grandissante des ressources en eau et en sol et une dégradation d'ensemble. La conclusion de ce scénario est l'accroissement des conflits, une vulnérabilité extrême des populations, le manque total d'eau dans certaines zones et la généralisation des situations de crises sans mécanismes de règlements. Les migrations Sud Nord s'intensifient dans un contexte international tendu. A l'horizon 2025, des risques importants de conflits entre pays du Nord et du Sud sur la question des migrations sont à prévoir. C'est le scénario « catastrophe », celui de l'inaction : récemment, les Nations Unies ont évalué à 60 millions le nombre d'individus originaires d'Afrique sub-saharienne qui tenteront le

passage vers l'Europe dans des conditions extrêmes d'ici 2020 suite à l'aggravation de la désertification (Le Monde du 24 janvier 2006).

Le deuxième scénario conduit à une privatisation des ressources et de la terre, à l'instauration des marchés de l'eau et de la terre, à une demande modérée en eau grâce aux progrès technologique, une expansion du secteur privé; la croissance économique est forte mais elle accentue les inégalités internes et elle conduit à une marginalisation croissante de certaines populations, voire de certains pays. Il n' y a pas de systèmes globaux de gouvernance et les problèmes de gestion des ressources ne sont pas réglés en dépit de la création de marchés qui, finalement, ne permettent pas d'arrêter la dégradation des terres et de la végétation et ne favorisent pas l'adoption de nouvelles techniques de culture par les populations les plus démunies. Les solidarités régionales ne jouent pas et ce scénario n'est pas efficace pour résoudre les crises. La désertification s'accroît dans les pays pauvres des zones arides. Les fondations caritatives (qui remplacent la coopération internationale) sont largement insuffisantes pour en pallier les effets les plus graves sur les populations. Les migrations s'intensifient, se dirigent éventuellement vers de nouvelles destinations, comme certains pays en développement et en transition à forte croissance, tandis que les pays du Nord adoptent des régulations de plus en plus répressives. Sur les lieux d'accueil, ces migrations se caractérisent par une précarité extrême des migrants (flexibilité du travail) soumis aux fluctuations des marchés mondiaux.

Le scénario 3 prévoit que les populations vont prendre conscience de la fragilité de leurs ressources ; les systèmes d'information sur l'environnement vont se constituer et fonctionner en réseau ; la société civile va se renforcer et organiser un débat avec l'Etat et avec les pays voisins ; les savoir faire vont s'améliorer, la population maîtrisera mieux la gestion des ressources en sachant bien utiliser des technologies appropriées. La dégradation des terres sera stoppée, des zones seront réhabilitées et les systèmes de production agricoles et pastoraux laisseront aux générations futures un capital naturel conservé. On aura atteint les objectifs du développement durable.

Bien entendu ce scénario utopiste représente un objectif à long terme ; il est le seul a garantir la paix sociale et le bien être des populations. Quelles sont les actions à entreprendre pour y parvenir ?

La *première série d'action est d'investir dans les terres dégradées* afin d'assurer leur réhabilitation. Si l'on reprend les chiffres donnés par Dregne pour la réhabilitation des terres de parcours et en considérant que l'on réhabilite 50% de ces terres à un coût moyen de 40 \$/ha, il faut trouver, pour le continent africain, environ 20 milliards de dollars; si l'on considère que l'on peut réhabiliter 70% des terres cultivées, à raison de 400 \$/ha, il faut trouver environ 13 milliards de dollars, soit en tout 33 milliards de dollars, au moins pour la première année, ensuite il faut prendre en compte les coûts de maintenance; les quelques analyses coûts- avantages laissent à penser que ces investissements sont économiquement rentables au bout de deux ou trois ans.

La deuxième série consiste à réhabiliter les terres irriguées en Afrique, voire à augmenter les superficies irriguées. Le seul coût de la réhabilitation de ces terres est de, à raison de 2 000 \$/ha, 4 milliards de dollars la première année; l'investissement est rentable presque tout de suite. Des systèmes d'irrigation à petite échelle, reposant sur des techniques de récupération de l'eau, sont à prévoir, gérés par des structures regroupant les acteurs privés, publics et ceux de la société civile. Selon Dregne, le coût de la réhabilitation totale en Afrique peut être estimé au total à 37 milliards de\$, soit environ 2 milliards par an jusqu'en 2030.

La troisième série d'action consiste à trouver d'une part des cultures de rapport afin de rentabiliser ces investissements et d'autre part de stabiliser le cours de ces cultures (prix), ainsi que les cours des animaux, afin de sécuriser les revenus des agriculteurs et des éleveurs. La déprise agraire liée à l'absence de politiques de développement des marchés agricoles constitue un risque majeur de la dégradation.

La *quatrième série d'action* consiste d'une part à consolider la société civile et à renforcer les capacités des agriculteurs et des éleveurs africains, et d'autre part à favoriser les activités autres qu'agricoles ou d'élevage afin de soulager la pression sur les ressources.

BIBLIOGRAPHIE CITEE

AFD, 2003. Migrations et phénomènes migratoires, 97 p.

Akello Grace. 2002. "The Role of Micro-Credit in Addressing Land Degradation in Uganda". *In Policies for Sustainable Land Management in the East African Highlands*, edited by S. Benin, J. Pender and S. Ehui. Washington, D.C. and Nairobi, Kenya: International Food Policy Research Institute and International Livestock Research Institute.

Aronson J., Floret C., Le Floc'h E., Ovalle C., Pontanié R., 1995. « Restauration et réhabilitation des écosystèmes dégradés en zones arides et semi-arides. Le vocabulaire et les concepts. » in L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait ? Actes du Congrès International sur la Restauration des Terres Dégradées, des Zones Arides et Semi-Arides, Editions John Libbey Eurotext, pp. 11-30

Auclair L., 2001. « Population et désertification en Tunisie au cours du XXème siècle », *Régulations démographiques et environnement*, CEPED n° 18, Laurent Auclair, Patrick Gubry, Michel Picouët et Frédéric Sandron, ed sc., pp. 124-146

Bailly D., Laplante B, Cistulli V, Antona M (Eds), 2000. *Etudes de cas en économie de l'environnement*, Programme Régional Environnement, COI/EU, 118 p. http://www.coi-info.org/docscoi/f000163.pdf

Barbier E.B., Acreman M., Knowler D., 1997. Evaluation économique des zones humides, Guide à l'usage des planificateurs et décideurs, UICN, Suisse, 143 p.

Bateman I, Turner R.K., 1993. "Valuation of the environment, methods and techniques: the contingent valuation methods", *Sustainable environmental economics and management, principles and practices*, Turner ed, Belhaven Press, pp 120-191.

Beauchemain C., Shoumaker B., 2005. "Migration to cities in Burkina Faso: does the level of development in sending areas matter?" *World Development*, vol 33, n°7, pp. 1129-1152

Benoît G., Comeau A. dir, 2005. Méditerranée, Les perspectives du Plan Bleu sur l'environnement et le développement, éditions de l'aube, collection Monde en cours

Berry Leonard, Olson Jennifer, 2003. *Land degradation in Rwanda: its extent and impact*. Florida Center for Environmental Studies, paper commissioned by Global mechanism with support from the World Bank, 18 p.

Berry L, and Olson J., 2003. *Land degradation in Uganda: its extent and its impact*. Florida Center for Environmental Studies, paper commissioned by Global Mechanism with support from the World Bank 21 p.

Berry L, and Olson J., 2003. *Land degradation in Ethiopia: its extent and its impact.* Florida Center for Environmental Studies, paper commissioned by Global Mechanism with support from the World Bank 25 p.

Bishop R., 1982. "Option value: an exposition and extension", Land Economics, 58: 1-15

Bishop J, Allen J., 1989. The on-site costs of soil erosion in Mali, World Bank Environment Working Paper n° 21, The World Bank, Washington

Bojö J., 1996. "The costs of land degradation in sub-Saharan Africa", Ecological Economics 16, 161-173

Bojö J., Cassells D., 1994. *Land degradation and Rehabilitation in Ethiopia : a re-assessment*, The World Bank, Washington DC.

Bojö J. 1991. The economics of land degradation: theory and application to Lesotho. The Stockholm school of economics, Stockholm

Bonnassieux A., 2005. Evolution des migrations et diversité des frontières et de leurs représentations en Afrique de l'Ouest, document de travail, 13 p.

Bonnet B., Banzhaf M., Giraud P.N., Issa M., 2004. Analyse des impacts économiques sociaux et environnementaux des projets d'hydraulique pastorale financés par l'AFD au Tchad, AFD, 194 p.

Bocquier P., 1998. « L'immigration ouest africaine en Europe : une dimension politique sans rapport avec son importance démographique », *Chroniques CEPED* n°30, juillet septembre 1998

Bossard L., 2004. « Questions d'avenir(s) pour les pays sahéliens de l'Afrique de l'Ouest », Sécheresse, 15(3): 225-32.

Boutrais J., 1990. « Derrière les clôtures... Essai d'histoire comparée de ranchs africains. » *In* : *Sociétés pastorales et développement, Cahiers des Sciences Humaines*, vol 26, n°1-2, ed. ORSTOM,. E. Bernus et F. Pouillon ed sc., pp 73-95

Brandeloup S., Pliez O., 2005. *Migrations entre les deux rives du Sahara*, Autrepart, revue de sciences sociales au sud, n° 36, 195 p.

Brismar A., Björklund G, Klintenberg P, Christiansson C, 2004. *Methods for assessing the impacts and costs of land degradation and the net benefits of counter-measures*. Paper commissioned by the World Bank, 44 p.

CIRAD / CILSS-Aghrymet, 2005. Après la famine au Niger, quelles actions de lutte et de recherche contre l'insécurité alimentaire au Sahel ?

Convery F., Tutu K., 1990. Evaluating the costs of environmental degradation in Ghana. Application of economics in the environmental action planning process in Africa. University College Dublin, Dublin.

Cornet A., 2002. « La désertification, à la croisée de l'environnement et du développement », in petit livre blanc de Johannesburg, Ministère des Affaires Etrangères, 2002, pp. 40-78.

Cournil C., 2006 à paraître. « Vers une reconnaissance des « réfugiés écologiques » ? Quelle(s) protection(s), quel(s) statut(s) ? », Revue du Droit Public

Cotula L., Toulmin C., 2004. Migrations internationales et droits fonciers locaux en Afrique de l'Ouest, Dossier IIED n° 132, Programme zones arides, 90 p.

Cour J-P., 2001. « The Sahel in West Africa : countries in transition to a full market economy", *Global Environmental Change*, 11 : 31-47

Dabiré A.B. (coord.), 2004. Valorisation des capacités locales de gestion décentralisée des ressources naturelles, l'expérience du PSB/GTZ dans le Sahel burkinabé, GTZ – ministère de l'Environnement du cadre de vie burkinabé, 81 p.

Demailly D., 2003. Méthodologie d'évaluation économique des externalités créées par les techniques de culture en semis direct en Tunisie, rapport de stage ENGREF/AFD

Deveze J.C., 2006. Transferts monétaires dans les pays de l'UEMOA, AFD, 3 p.

De Jaegher, 1994. Le système d'alerte précoce du Tchad; réunion du 20è anniversaire d'Agrhymet, Niamey

Di Vecchia A, Genesio L., Mazzoni S., Miglietta F., Vaccari F.P., Maracchi G, 2002. Keita integrated project: an appropriate model for sustainable development, IBIMET, 8 p.

Diouf J.C., Ickowitz A., Lesueur D., Chotte J.L., Akpo L.E., 2005. *Dynamique des peuplements ligneux et pratiques pastorales au Sahel*, communication personnelle au CSFD, 9 p.

Bernus E., Boutrais J., 1994. « Crises et enjeux du pastoralisme africain. » *In : Compte-rendu de l'académie de l'agriculture de France*, n° 80 (8), pp. 105-123

Domenach H. Picouet M. dir, 2000. Environnement et populations : la durabilité en question, Lharmattan, 225 p.

Domenach H., Picouet M., 1995. Les migrations, Que sais-je, PUF, 127 p.

Dregne, H. E., and N-T. Chou. 1992. "Global desertification dimensions and costs". In *Degradation and restoration of arid lands*. Lubbock: Texas Tech. University.

FAO, 2000. Projet d'appui à la sécurité alimentaire par la récupération des terres dégradées au Nord du Burkina Faso.

FAO 1986. Highlands Reclamation Study Ethiopia Final Report. Vol. I & II. Rome, Italy

Fargues P., 2005. *Migrations méditerranéennes*, rapport 2005. Commission européenne, Programme MEDA, 370 p. +ann. Disponible en ligne : www.carim.org

Faucheux S., Noël J.F., 1996. Economie des ressources naturelles et de l'environnement, Armand Colin, 370 p.

Fisher A.C., Krutilla J.V., 1974. "Resource conservation, environmental preservation, and the rate of discount", *Quaterly journal of Economics*, LXXXVIII (3): 358-70.

Frailé I, 2006. « L'eau en Afrique, le financement des investissements. In *Responsabilité et environnement : l'eau en Afrique, fatalités géographiques, enjeux politiques*, série trimestrielle des Annales des Mines, avril 2006, n°42, pp. 99-110 (p. 103)

Frayne B., 2004. « Migration and survival strategies in Windhoek, Namibia", Geoforum Elsevier, pp. 489-505

Gastineau B., 2001. « Disponibilité de la terre et stratégies démographiques », *Régulations démographiques et environnement*, CEPED n° 18, Laurent Auclair, Patrick Gubry, Michel Picouët et Frédéric Sandron, ed sc., pp. 75-98

Galopin G.C, Rijsberman F., 2000. "Three global water scenarios", *International Journal Water*, vol. 1, n°1, pp. 16-40

Gommes R., 1996. Sécurité alimentaire, Fondation Universitaire luxembourgeoise d'Arlon/FAO

Gonin P., Lassailly-Jacob V., 2002. "Les réfugiés de l'environnement, une nouvelle catégorie de migrants forcés? », *Migrations et environnement*, vol 18, n°2, pp. 139-160.

Grohs F., 1994. Economics of soil degradation, erosion and conservation: a case study of Zimbabwe, Wissenschaftsverlag Vauk Kiel KG, Kiel.

Guilmoto C., Sandron F., 2003. Migration et développement, les études de la Documentation Française, 142 p.

Guilmoto C., 1997. « Migrations en Afrique de l'Ouest », in La ruralité dans les pays du Sud à la fin du XXème siècle, Gastellu et Marshal J-Y ed sc., éditions ORSTOM, colloques et séminaires, pp. 495-530

Guillon M., 2002. « Les principales régions d'accueil, l'attrait maintenu des pays riches », *Cahiers Français* 307, Les migrations internationales, Mars avril 2002, pp. 8-15

Hassan A., 1996. « Techniques traditionnelles de plantation en cuvette dans le département de Tahoua, Niger ». In : *Techniques traditionnelles de conservation des eaux et des sols en Afrique*, CTACOS Karthala , pp. 87-94

Henry S., Boyle P., Lambin E.F., 2003. "Modelling inter-provincial migration in Burkina Faso, West Africa: the role of socio-demographic and environmental factors", *Applied Geography* 23: 115-136

Hien V. Bilgo A, Sangaré S., Kambiré L., Kaboré p., Lepage M., Somé L., Traoré Gue J., Somé B., Traoré K., 2004. *Recherche sur les technologies de lutte contre la désertification au Sahel et étude de leur impact agro écologique*, projet CSFD n° 83, INERA, Burkina Faso, 90 p.

IFPRI et USAID, 2002. Cutting hunger in Africa through small-holder-led agricultural growth: a technical paper in support of USAID's agricultural initiative to cut hunger in Africa, Mimeo. August 23, 2002.

Jouve P., Corbier-Barthaux C., Cornet A. (coord.), 2002. Lutte contre la désertification dans les projets de développement, AFD-CSFD, 158 p.

Jullien F., 2005. Défense et promotion de la mobilité des systèmes pastoraux en milieu aride et semi aride : l'exemple du Tchad, AFD, 15 p.

Kapur D., 2003. Remittances: the new development mantra, Harvard University & the center for global development, 40 p.

Keyzer, M.A. & B. G. J. S. Sonneveld. 2001 "The Effect of Soil Degradation on Agricultural Productivity in Ethiopia: a Non-Paramatic Regional Analysis", In *Economic Policy Reforms & Sustainable Land Use in LDC's*. (Heerink, H. Van Keuken & M. Kurpios - Eds.) Physica Verlag pp 269-292.

Kerry Smith V., 1996. "Resource evaluation at a crossroads", *Estimating economic values for nature, methods for non-market valuation*, W.E. Oates ed, Edwar Elgar, pp: 3-41

Kerry Smith V., Chin Huang J., 1993. "Hedonic Models and Air Pollution: twenty-five years and Counting", *Environmental Resource Economics*, 3: 381-94.

König, Dieter. 1994. « Dégradation et Erosion des Sols au Rwanda ». Cahiers d'Outre-Mer 47 (185):35-48.

Lahlou M., Zouiten M., 2001." Population et exode rural : impact sur l'environnement et le tissu urbain au Maroc », in *Régulations démographiques et environnement*, CEPED n° 18, L. Auclair, P. Gubry, M. Picouët et F. Sandron ed sc., pp. 150-176

Le Floc'h E., Aronson J., 2003. Restauration des milieux dégradés en zones arides et semi-arides, communication au CSFD, 25 avril 2003.

Le Houérou H.N, 2005. « Problèmes écologiques du développement de l'élevage en région sèche ». In : Sécheresse, 16 (1), sous presse.

Le Houérou H.N, 1998. « Global climatic change and desertization threats". In: *Sustainable development in arid zones*, Omar, Misak, Al-Ajmi, Al-Awadhi eds, A.A. Balkema, Rotterdam, Brookfield, pp.3-17.

Le Houérou H.N., 1995. « Dégradation, régénération et mise en valeur des terres sèches » in L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait ? Actes du Congrès International sur la Restauration des Terres Dégradées, des Zones Arides et Semi-Arides, Editions John Libbey Eurotext, pp. 65-104.

Lescuyer G., 2000. Evaluation économique et gestion viable de la forêt tropicale. Réflexion sur un mode de coordination des usages d'une forêt de l'est-Cameroun, Thèse en socio économie, Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, Paris, 417 p. et annexes.

Mc Kenzie C., 1994. Degradation of Arable land resources: policy options and considerations within the context of rural restructuring in South Africa, Johannesburg.

Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and well-being : desertification synthesis*, World Resources Institute, Washington, 26 p.

Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Living beyond our means, natural assets and human well-being*, World Resources Institute, Washington, 20 p.

Mochebelele M. T., 2000. "Migrant Labor and Farm Technical Efficiency in Lesotho", World Development, vol. 28,n°1, pp., 143-153.

Mouhoud El M., 2005. Les nouvelles migrations, un enjeu nord-sud de la mondialisation, Le tour du sujet, Universalis, 194 p.

NEMA. 2001. *Uganda State of the Environment Report 2000 Version 2*. Kampala, Uganda: National Environment Management Authority, Ministry of Natural Resources, Government of Uganda.

Norse D., Saigal R., 1992. "National economic cost of soil erosion, the case of Zimbabwe", paper prepared for the CIDIE workshop on *Environmental Economics and Natural Resource Management in Developing Countries*, World Bank, Washington, 22-24 janvier 1992, FAO, Rome.

OCDE, 2005. Tendances des migrations internationales 2004, OCDE éditions.

Olsson L., Eklundh L., Ardo J., 2005. "A recent greening of the Sahel –trends, patterns and potential causes", *Journal of Arid Environment*, 63: 556-566.

Oudinet J., 2005. « Immigration et marché du travail dans les pays du nord : des effets positifs avérés ». Les nouvelles Migrations, un enjeu nord-sud de la mondialisation, El Mouhoud M.dir, Le tour du sujet, Universalis

Paggiola S. Von Ritter K., Bishop J., 2004. Assessing the economic value of ecosystem conservation, Environment Department Paper n° 101, The World Bank, in collaboration with IUCN

Pliez O., 2002. « Les migrations sud sud, révélatrices de la pauvreté et de l'instabilité ? » *Cahier Français* 307, Mars avril 2002, pp. 16-23

PEICRE, 1998. *Projet d'évaluation des interventions pour la conservation et la récupération de l'environnement (PEICRE) note de synthèse*, République d'Italie et République du Niger, 33p.

Pimentel D., Harvey C., Resodudarmo K., Sinclair K., Kurz D., McNair M., Crist S., Shpritz L., Fitton L., Saffouri R., Blair R., 1995. "Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits", *Science*, vol 267, pp. 117-1123.

Puigdefabregas J., Mendizabal T., Eds, 1995. Desertificacion y migraciones, Geoforma ediciones, Logrono,

Randall A., 1987. Resource Economics, An economic approach to Natural Resource and Environmental Policy, John Wiley & Son, New-York.

République Tunisienne, 2003. Evaluation de Coût de la Dégradation de l'Environnement, rapport METAP préparé par Maria Sarraf, Banque Mondiale.

Requier-Desjardins M., 2001. *Elevages et transhumances à l'extrême nord du Cameroun, une étude des contrats d'accès aux pâturages communs*. Thèse pour l'obtention du doctorat en Sciences Economiques et de Gestion, Université de Versailles St Quentin en Yvelines, 421 p. + ann.

Royaume du Maroc, 2003. Evaluation du coût de la dégradation de l'Environnement, rapport préparé par Maria Sarraf, Banque Mondiale.

Slade, Gordon, and K. Weitz. 1991. *Uganda Environmental Issues and Options*. Unpublished Masters Thesis, Duke University, Durham, North Carolina, USA.

Starck O., Qiang Wang Y., 2002. « Migration Dynamics », Economic Letters 76 pp. 159-164

Raunet M., 2005. Désertification et résilience des agro écosystèmes; apports d'une agriculture en semis direct sur couverture végétale (SCV), CIRAD

Reij C., et Steeds D., 2003. Success stories in Africa's drylands: supporting advocates and answering skeptics. Paper commissioned by the Global Mechanism of the Convention to Combat Desertification, 32p.

Rosen S.M., 1974. "Hedonic prices and implicit markets: product differenciation in pure competition", *Journal of Political Economy*, vol 82, n°1, pp. 34-55.

Sander C., 2003. Migrant Remittances to Developing countries, Bannock Consulting, 45 p.

Sertsu, Sahlemedhin. 1999. Integrated Soil Management for Sustainable Agriculture and Food Security in Southern and Eastern Africa. Ethiopia.

Slingerland M., Masdevel M., 1996. « Le paillage sur le plateau central du Burkina Faso ». In : *Techniques traditionnelles de conservation des eaux et des sols en Afrique* CTACOS Karthala, pp. 128-132

Somé L., Kambou F., Traoré S. et Ouédraogo B., 2000. « Techniques de conservation des eaux et des sols dans la moitié nord du Burkina ». *Sécheresse*. 2000. 11(4): 267-274.

Sonneveld, B. G. J. S. 2002. *Land Under pressure: The Impact of Water Erosion on Food Production in Ethiopia*. Shaker Publishing. Netherlands.

Stocking M., 1986. The cost of soil erosion in Zimbabwe in terms of the loss of three major nutrients, Consultant's Working Paper n°3, FAO, Rome.

Sutcliffe J.P., 1993. *Economic assessment of land degradation in the Ethiopian Highlands. A case study*, National Conservation Strategy Secretariat, Ministry of planning and economic development, Addis Ababa.

Traoré S., Bocquier P., 1996. « Migrations en Afrique de l'Ouest : de nouvelles tendances, » *La Chronique du CEPED*, janvier mars 1996, n° 20, p. 1-4.

United Nations Development Programme. 2002 World Development Report. Oxford University Press.

Usher E., 2005. *Les objectifs du Millénaire pour le développement et la migration*, Organisation International pour les Migrations, OMI, rapport disponible en ligne, 43 p.

Wedum J, Doumbia Y., Sanogho B., Dicko G., Cissé O., 1996. « Réhabilitation des terres dégradées par le zaï dans le cercle de Djenné (Mali) ». In : *Techniques traditionnelles de conservation des eaux et des sols en Afrique*, CTACOS Karthala pp. 95-102.

Willinger M., 1996. « La méthode d'évaluation contingente : de l'observation à la construction des valeurs de préservation », *Nature, Sciences, Sociétés*, 4 (1), pp 6-22.

Wimaladharma J., Pearce D., Santon D., 2004. «Remittances: the New Development Finance", *Small Enterprise Development Journal*, 8 p.

World Bank, 2006. Where is the wealth of Nations? Measuring capital for the 21st century, the World Bank, 188 p.

World Bank, 2006. La migration peut améliorer le bien-être et réduire la pauvreté, site : www.worldbank.org/

World Bank, 2003. The cost of Environmental Degradation in Lebanon and Syria; Training Program on the cost of environmental degradation, METAP report, 92 p.

World Bank., 2001. African Development Indicators. Washington.

World Bank, 1992. Malawi. *Economic report on environmental policy*, vols 1 et 2, report n° 9.888-MAI, The World Bank, Washington.

World Bank, 1988. *Madagascar, Environmental Action Plan*, vol 1, in cooperation with USAID; Coop 5, UNESCO, UNDP et WWF, The World Bank, Washington.

LISTE DES TABLEAUX, DES FIGURES ET DES ENCADRES

Tableaux	
Tableau 1 : Classification des écosystèmes arides selon leur degré d'aridité	11
Tableau 2 : Les valeurs de l'environnement	
Tableau 3 : Les méthodes d'évaluation monétaire de l'environnement	19
Tableau 4 : Répartition des trois types de terres dans les zones arides d'Afrique	27
Tableau 5 : Niveau de dégradation et perte de productivité	
Tableau 6 : Surfaces dégradées par type de terre dans le monde et en Afrique (1000 ha)	27
Tableau 7 : Revenu perdu par continent à cause de la désertification (millions US \$)	28
Tableau 8 : Les coûts de la réhabilitation (millions d'ha et millions de US \$)	
Tableau 9 : Production agricole au Rwanda entre 1966 et 1986	
Tableau 10 : Intensité et causes de l'érosion des sols	37
Tableau 11 : Les défis de la dégradation des terres en Ouganda, par système de cultures	38
Tableau 12 : Pertes de rendement agricole dues au manque d'azote en raison de l'érosion	40
Tableau 13 : Valeurs monétaires des pertes de rendement de culture dues à la dégradation des	sols40
Tableau 14 : Résumé des résultats des scénarios	41
Tableau 15 : Quelques indicateurs de performance pour la Tunisie et le Maroc	43
Tableau 16 : Estimation du coût de la dégradation des terres de culture	45
Tableau 17 : Les fonctions de la forêts et les méthodes d'évaluation	
Tableau 18 : Mesures des pertes physiques (moyenne nationale de production agricole)	49
Tableau 19 : Mesure des coûts économiques de la dégradation des terres	
Tableau 20 : Les résultats des études de cas	54
Tableau 21 : Synthèse des résultats des différentes études sur les coûts de la dégradation des t	erres57
Tableau 22 : Les taux de retour ex post des différents projets présentés	61
Tableau 23 : Inventaire des interactions bétail-environnement (notion de dégradation)	69
Tableau 24 : Résultats principaux des actions de CES entreprises sur le plateau central (Burki	
	<i>78</i>
Tableau 25 : Délai de retour selon le PATECORE (1988-2000)	79
Tableau 26 : Le zaï, impact des traitements sur la richesse floristique des champs concernés, I	
Faso	
Tableau 27 : Variations de production et de valeur pour le mil, Burkina Faso	81
Tableau 28 : Le zaï, variations de production et de valeur pour le maïs, Burkina Faso	81
Tableau 29 : Le zaï, données sur la production et les prix pour le sorgho, Burkina Faso	
Tableau 30 : Coûts par ha des cordons pierreux, digues et diguettes filtrantes selon deux proje	
Burkina Faso	
Tableau 31 : Evolution des rendements en céréales, projet Keita	88
Tableau 32 : Nombre d'étrangers dans les Etats de l'Union européenne	
Tableau 33 : Nombre d'étrangers en France et en Europe originaires des pays du MENA	
Tableau 34 : Effectifs de ressortissants d'Afrique subsaharienne dans quelques pays d'Europe	
année disponible (en milliers)	
Tableau 35 : Principales opérations de régularisation dans les pays de l'OCDE	
Tableau 36 : Coûts de la migration, migrations régionales, fronts pionniers	
Tableau 37 : Coûts de la migration, migrations régionales, exode rural	
Tableau 38 : Coûts de la migration, migrations internationales, vers l'OCDE	
Tableau 39 : Synthèse des scénarios par paramètres	

Figures	
Figure 1 : Les zones sensibles à la désertification / dégradation des terres : indice de végétation, 200	
Figure 2 - Le PIB du Maroc dépend toujours	
d' un secteur agricole volatil (croissance en pourcentage)	
Figure 3: Ethiopie, pluviométrie, PIB et PIB agricole	
Figure 4 - Zimbabwe : Pluviométrie et croissance du PIB : 1978-1993.	
Figure 5 : Dégradation des terres, en pourcentage du PIB, dans plusieurs pays d'Afrique, 2003	
Figure 6 : Dégradation annuelle des terres, en pourcentage du PIB agricole pour quelques pays	
d'Afrique, 2003	
Figure 7 : De la désertification aux migrations	
Figure 8 : Les quatre zones démographiques d'Afrique de l'Ouest	
Figure 9 : Répartition de la population en Afrique de l'ouest en 1930 entre zone côtière (1), régions annexes (2), zone sahélienne (3), région nord-sahélienne (4)	
Figure 10 : Répartition de la population en Afrique de l'ouest en 2020 entre zone côtière (1), région.	
annexes (2), zone sahélienne (3), région nord-sahélienne (4)	99
Figure 11 : Croissance de la population urbaine dans quelques pays d'Afrique soumis à désertificati (1950-2030)	
Figure 12 : Evolution récente de la population urbaine dans quelques pays d'Afrique soumis à	
désertification (1993-2002)	
Figure 14: Taux de croissance urbains et ruraux en Afrique et dans le monde 1950-2030	
Figure 15: L'évolution mondiale des envois de fonds, de l'APD et des IDE depuis 1990	
Figure 16 : Répartition des transferts de migrants reçus par région du monde en 2002 (pourcentage)	
Figure 17: Les transferts sont les plus importants dans les pays à faible revenus	
Figure 18: Les transferts en pourcentage du PIB pour quelques pays d'Afrique	
Figure 19 : Utilisations complémentaires des transferts collectifs et individuels	
Figure 20 : Le scénario de l'abandon des campagnes	
Figure 21 : Le scénario de l'investissement simple dans la récupération des terres	
Figure 22 : Le scénario de l'investissement agricole et de la diversification des activités	
Figure 23: Migrations et adaptation des producteurs ruraux (Mexique)	120
Encadrés	
Encadré 1 : L'Equation Universelle des Pertes en Sol (ou en Terre)	22
Encadré 2 : Perte annuelle immédiate et perte future actualisée	
Encadré 3 : Résilience et irréversibilité, restauration et ré affectation, définitions	
Encadré 4 : L'arbre et l'élevage	
Encadré 5 : Le projet Almy-Bahaïm	
Encadré 6 : Résumé des objectifs et des principaux résultats du projet PSB/Sahel	
Encadré 7 : Une base plus exhaustive de calcul du TRE des projets de LCD	
Encadré 8 : Quelques données sur les migrations internationales africaines	
Encadré 9 : Population et exode rural, impact sur l'environnement et le tissu urbain au Maroc	
Encadré 10 : Définition comptable et administrative de la population immigrée en France	103
Encadré 11: "Migration to cities in Burkina Faso : does the level of development in sending areas matter?"	117

ANNEXES

ANNEXE 1: L' EVALUATION DES COUTS ENVIRONNEMENTAUX

1 – Effets de la désertification sur l'environnement : des externalités

La désertification entraîne des dysfonctionnements des écosystèmes et des services qu'ils rendent ainsi que des perturbations off site, parfois très loin des dégâts in site.

Le chapitre 2 traite des pertes agricoles ou des produits de l'élevage. Les pertes de nutriments, la déstructuration des sols, les encroûtements, la salinisation entraînent non seulement des chutes de fertilité mais aussi une diminution de la capacité du milieu à gérer l'eau, car le ruissellement devient plus important que l'infiltration et l'alimentation des nappes phréatiques. Il entraîne une érosion qui provoque des dégâts divers :

- les impacts de la sédimentation due à l'érosion aggravent les risques d'inondation et les dégâts des crues ; la recharge des nappes et la régulation des débits des cours d'eau peut être perturbé ;
- les écosystèmes aquatiques et les zones humides peuvent être modifiés ;
- la navigabilité peut être réduite et certains sites peuvent perdre de leur intérêt touristique et de loisir ;
- la sédimentation peut avoir un impact négatif sur les retenues d'eau, les lacs collinaires, les petits et les grands barrages ;
- des dommages peuvent être commis sur les infrastructures : réseaux de drainage, ouvrages de franchissement, routes ;
- la biodiversité des sols, la richesse floristique, la présence de faune sauvage peut être gravement perturbées ;
- le bilan carbone peut varier : la capacité de stockage des sols va diminuer si on ne fait rien ; les émissions peuvent augmenter ;
- le cas des aérosols mis en mouvement par érosion éolienne est très complexe. Ils peuvent provoquer l'arrêt de la circulation aérienne, des perturbations des stations de traitement des eaux (filtres bouchés), un dysfonctionnement des panneaux solaires, et des problèmes de santé (allergies, respiration). Par ailleurs, en termes de climat, les scientifiques pensent que la présence de poussières a plutôt un effet de refroidissement sur les ceintures subtropicales mais on ne sait rien de leurs effets plus lointains sur les champs de précipitation et la genèse de cyclones.
- Les conséquences de l'augmentation de l'albédo causée par la diminution du couvert végétal sont controversées : pour certains auteurs cela conduirait à un refroidissement, pour d'autres non.

2 - Comment mesurer les effets ainsi décrits ? Cas des écosystèmes arides

Les différentes méthodes utilisées pour évaluer la valeur économique de certains écosystèmes (par exemple les zones humides) sont les suivantes :

- évaluation de la valeur d'usage directe : analyse du marché, ACA, méthode d'évaluation contingente (MEC), prix hédoniques, prix publics, coût de substitution, de remplacement ;

- évaluation de la valeur d'usage indirecte (ou des valeurs fonctionnelles) : évaluation des coûts des dommages évités ; des dépenses prévisionnelles ;
- évaluation des valeurs d'option : estimation de la valeur conditionnelle de l'information, MEC.

En ce qui concerne les écosystèmes arides, le coût de leur dysfonctionnement peut être approché ainsi :

- les impacts sur la sédimentation due à l'érosion (inondations, dommages aux retenues d'eau, perturbation des écosystèmes aquatiques,...) peuvent se mesurer par les coûts directs des dégâts (dégâts des inondations et des crues en milieu rural et urbain, sur les infrastructures, l'habitat, les récoltes,...), les coûts des aménagements de protection, le coût de dragage théorique d'un mètre cube de sédiment ; la MEC ;
- recharge des nappes, régularisation des débits : il faut dégager un *coût d'opportunité de l'eau* et évaluer les quantités en trop ou en moins ;
- les *dommages aux infrastructures* : le risque de coupure d'une route peut être évalué par le produit du coût d'une coupure par la probabilité d'occurrence ;
- *la biodiversité* sera mesurée par la valeur de la qualité biologique des sols et des systèmes aquatiques ; par l'évaluation contingente de la perte d'intérêt touristique ;
- on peut essayer de mesurer le *bénéfice potentiel de l'augmentation de la capacité de stockage du carbone* en prenant un prix sur le marché du carbone.

3 - Les aérosols désertiques

Les aérosols dits « désertiques » proviennent de la mise en suspension dans l'atmosphère de particules fines du sol en raison des vents violents et de la nature déstructurée des sols à nus qui couvrent une grande partie des régions arides et semi-arides ; ces aérosols proviennent également des zones de dunes et des ergs des zones désertiques. Il n'est pas possible de distinguer les parts respectives de ces origines, qui à la fois naturelles et anthropiques.

Ils sont transportés à des altitudes élevées, plus de dix kilomètres, peuvent faire le tour de la terre et sont appelés « aérosols troposphériques ».

Il existe aussi des aérosols troposphériques d'origine purement anthropique, résultant des pollutions industrielles et agricoles.

Ces aérosols affectent le bilan radiatif terrestre par deux mécanismes :

- ils diffusent et/ou absorbent une partie des rayonnements solaires et ceux provenant de la terre ; cet effet est appelé « effet direct » ;
- certains d'entre eux ont la capacité d'agir en tant que noyaux de condensation nuageuse. Une augmentation du nombre de ces noyaux conduit à une diminution de la taille des gouttelettes modifiant les propriétés optiques du nuage et sa durée de vie ; cet un « effet indirect ».

Des travaux récents ont montré que le forçage radiatif dû à l'augmentation des émissions anthropiques d'aérosols de sulfates pourrait être du même ordre de grandeur mais de signe opposé à celui exercé par les gaz à effet de serre ; à l'inverse, les particules absorbantes comme les aérosols désertiques sont susceptibles de conduire à un réchauffement des couches supérieures de l'atmosphère.

Pour estimer les évolutions du climat résultant des activités humaines il faut quantifier les effets des aérosols troposphériques sur le bilan radiatif, qu'ils soient d'origine anthropique ou naturelle (comme les aérosols désertiques).

L'intensivité des émissions d'aérosols naturels est très sensible aux variations du climat. Les carottes de glace prélevées en Antarctique et au Groenland ont montré que lors du dernier maximum glaciaire les

concentrations de sels de mer, de sulfates et d'aérosols minéraux étaient de deux à dix fois supérieures à leur niveau actuel. A l'échelle de temps d'une décennie on note une augmentation d'un facteur cinq des concentrations d'aérosols désertiques au dessus de l'Atlantique Nord tropical depuis l'apparition de la sécheresse au Sahel. Des variations de paramètres comme la température, la vitesse du vent, les champs de précipitations, comparables à celles résultant d'un réchauffement induit par les gaz à effet de serre, suffisent à modifier de façon considérable l'intensité des émissions d'origine naturelle.

On estime que les aérosols désertiques représentent 50% de la charge totale en aérosols (rapport IPCC 1995) et qu'ils sont responsables des épaisseurs optiques les plus fortes pouvant être rencontrées. Ils ont la capacité de rétro- diffuser le rayonnement solaire visible et d'absorber le rayonnement infrarouge réémis. En conséquence l'évaluation du signe de forçage ainsi induit est sensible à la façon dont les champs de concentration et les propriétés physico-chimiques de ces particules sont reproduites.

Les pratiques agricoles sahéliennes ont un effet sur le bilan en masse de l'érosion éolienne à différentes échelles. Le Sahel est à la fois zone de dépôt et zone de production d'aérosols. La production de sorgho et de mil est fondée sur une alternance sol nu- sol cultivé – jachère créant plusieurs types de surface n'ayant pas le même comportement vis-à-vis de l'érosion éolienne. De plus beaucoup de sols sont sableux et sensibles à cette forme d'érosion. Et c'est l'horizon de surface du sol qui est le plus touché, celui où se trouvent les éléments nutritifs des plantes. Des mesures de flux ont été faites au Niger entre 1995 et 1998 sur des parcelles expérimentales cultivées de diverses façons. La perte en terre par érosion éolienne peut atteindre des valeurs considérables, jusque 80 tonnes/ha/an quand le sol est à nu. Si le sol est recouvert par les résidus de culture, on observe un dépôt de sédiment (de l'ordre de 40 tonnes /ha/an) car dans ce cas les sédiments sont mobilisés sur de faibles distances et se redéposent très vite. On constate ainsi des « îlots de fertilité » autour d'arbres, par exemple, mais aussi des encroûtements de surface qui deviennent stériles. Un bilan en masse érosion/dépôt a été tenté sur 25kmx25km. L'érosion éolienne est maximale en mai et juin, quand le sol est pratiquement à nu, avant les semis. Les jachères apparaissent comme des zones d'accumulation et de protection contre cette forme d'érosion. Sur un terroir cultivé le bilan se traduit par un dépôt moyen faible de 230 kg/ha/an, mais une diminution de 25% de la surface des jachères au profit des cultures conduit à un bilan nul. Dans le contexte actuel de raréfaction de la jachère et de croissance démographique le Sahel pourrait devenir une source importante d'aérosols telluriques. Il est recommandé de pratiquer des labours qui augmentent la rugosité de surface et les seuils d'érosion, ou de pratiquer des semis sous couvert végétal qui c'est possible.

Le Sahara est le principal fournisseur mondial de poussières minérales. Le transport dans l'atmosphère se fait vers l'Ouest et le Sud Ouest au dessus de l'Atlantique nord tropical et peut atteindre les Caraïbes. Les niveaux de concentration maximaux observés dépassent 100 microgrammes/m3. Il y a aussi un transport additionnel en hiver dans les basses couches de l'atmosphère. La conséquence est une contribution essentielle de ces poussières sur l'extinction du rayonnement solaire sur l'Atlantique nord tropical (et également le Pacifique nord ouest): toute variation de l'intensité des émissions de poussières résultant de changements climatiques et/ou de l'utilisation du sol modifiera le forçage radiatif lié aux aérosols et dons les flux énergétiques.

Les perturbations les plus notoires sur l'économie, outre la perte de fertilité déjà envisagée, sont

- les perturbations des transports aériens, pouvant aller jusqu'à plusieurs jours par an d'arrêt complet d'activités d'aéroports ;
- les perturbations dans les transports terrestres par manque de visibilité horizontale ;
- les perturbations des stations de traitements des eaux car les filtres sont bouchés par les poussières ;
- le dysfonctionnement des panneaux solaires recouverts de poussières ;
- les questions de santé (respiration, asthme,...);

Globalement, en termes de climat, la présence de poussières aurait plutôt un effet de refroidissement mais il ne concernerait que la ceinture tropicale.

(Source: rapports du LISA, Université de Paris 12, 2005)

Annexe 2: Quelques données sur la richesse/pauvrete en capital des pays africains

Source: Banque Mondiale, 2006. Where is the wealth of Nations? Measuring capital for the 21st century, Washington, 188 p.

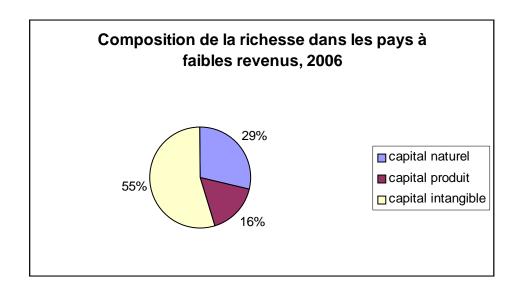
Tableau : La part du capital naturel et du secteur primaire dans différents pays d'Afrique soumis à la dégradation des terres

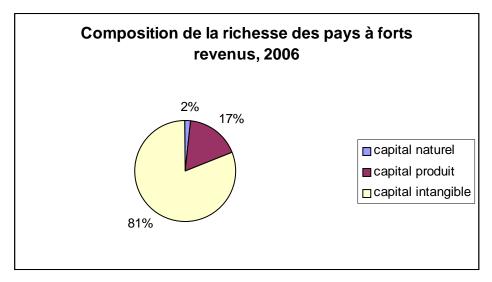
	Millions	Surface en	PNB/habitant	PIB	% capital
	d'habitant	Milliers de		agricole/PIB	naturel /capital
		km²	\$		total*
Afrique du	41	1221	2880	4	5,7
Sud					
Algérie	30	2382	1550	12	71
Burkina Faso	11	274	240	32	24
Cameroun	14	474	610	42	44
Egypte	61	474	610	42	44
Erythrée	4	118	200	9	-
Ethiopie	61	1104	100	56	40,5
Kenya	29	580	330	29	20,6
Mali	11	1240	250	45	41,1
Maroc	28	447	1250	16	7
Mauritanie	3	1026	410	24	37,4
Namibie	2	824	1940	10	-
Niger	10	1267	190	41	53
Nigeria	121	924	300	32	-
Ouganda	21	241	320	43	-
Sénégal	9	197	530	17	12,5
Tanzanie	32	945	210	46	6
Tchad	7	1284	230	39	41,7
Tunisie	9	164	2050	14	11,1
Zambie	10	753	330	16	27
Zimbabwe	12	391	610	18	16

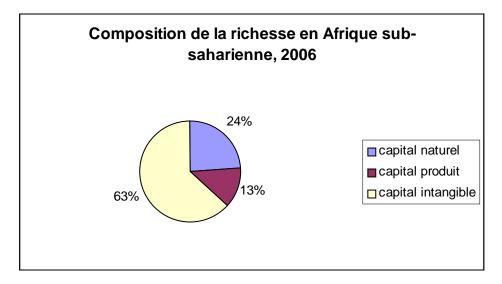
^{* :} la richesse totale ou capital total des pays est décomposée de la façon suivante :

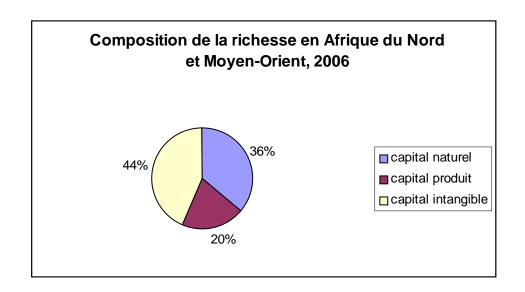
- le capital naturel est mesuré par la valeur nette présente des revenus que ce capital permet de dégager au cours du temps : il est composé des ressources minières souterraines et minières, en bois, des produits non ligneux, des aires protégées, des terres de culture et des pâturages. L'eau n'est pas incluse.
- le capital produit est mesuré par la méthode d'inventaire perpétuel et se compose de la somme des machines, équipements, et des structures (comprenant les infrastructures) ainsi que des terres urbaines.
- Le capital intangible recouvre des capitaux divers tels que le capital social, le capital humain, les gains de la gouvernance (système politiques, juridiques etc. appropriés) ainsi que le capital financier venu de l'étranger. Ce capital est obtenu en soustrayant les deux précédents à la richesse totale.
- La richesse totale est mesurée par la valeur présente nette de la consommation future.

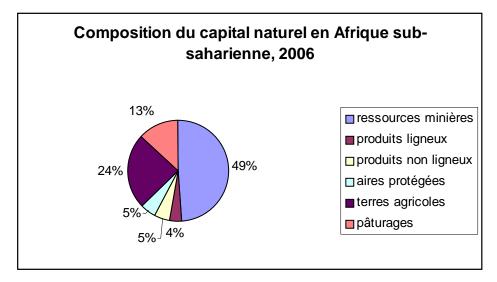
Nous présentons les graphiques qui détaillent la richesse naturelle et sa part dans la richesse totale pour l'Afrique, les pays à faibles et à forts revenus : la part de la richesse agricole est élevée dans les pays d'Afrique et pauvres.

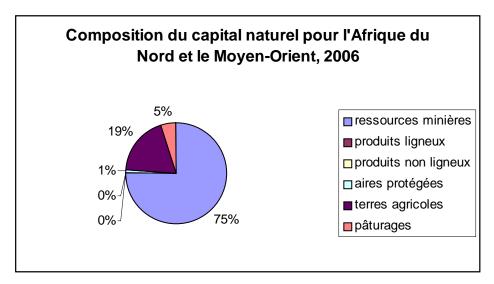


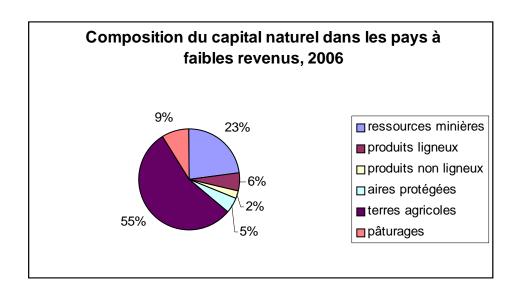


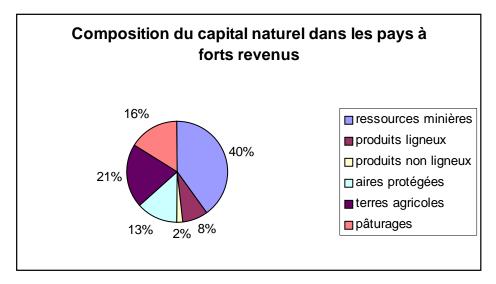












ANNEXE 3 – LES PRINCIPALES TECHNIQUES DE LCD

Sources:

Hien V et alii, 2004. Recherche sur les technologies de lutte contre la désertification au Sahel et étude de leur impact agro écologique, projet CSFD n° 83, INERA, Burkina Faso, 90 p.

Demailly D., 2004. Méthodologie d'évaluation économique des externalités créées par les techniques de culture en semis direct en Tunisie, stage ENGREF/AFD, 44 p.

Chouen S., Quillet J-C., Rojat D., 2004. Semis direct et techniques conventionnelles en Tunisie : comparaison des coûts de production sur des exploitations types et éléments d'analyse économique, Séminaire National et Deuxièmes Rencontres Méditerranéennes, sur le Semis Direct, Tabarka, Tunisie, 19-22 janvier 2004

Les techniques de LCD sont :

- mécaniques : zaï, demi-lunes, cordons pierreux, diguettes en terre, digues filtrantes
- biologique : paillage et mise en défens.
- Les techniques agroforestières : reboisement, végétation ligneuse, bandes enherbées, tapis herbacé, brise-vent et haie vives,
- agro écologiques : semis direct sur couverture végétale.

Le zaï: c'est une technique de récupération des sols encroûtés, par creusement de trous de 20 à 40 cm de diamètre et de 10 à 15 cm de profondeur pour recueillir les eaux de ruissellement et les laisser s'infiltrer. Apport de matière organique, 600 g par trou (une poignée).

La demi-lune : c'est une cuvette en forme de demi-cercle ouverte à la pioche. Les demi-lunes sont disposées en courbes de niveau et en quinconce, 4 m de diamètre et 15 à 25 cm de profondeur. On compte environ 315 demi-lunes à l'ha, une densité moyenne. Elles permettent la collecte des eaux de ruissellement et l'amélioration des ressources hydriques du sol, ainsi que la croissance d'espèces ligneuses et herbacées.

Cordons pierreux : il s'agit d'un obstacle filtrant, constitué de moellons de pierres, qui ralentit la vitesse de ruissellement. Il entraîne :

- une augmentation des rendements : par exemple en mil de 20 à 40% en saison sèche (Lamachère et Serpantié, 1992) et une baisse significative de l'érosion sur les parcelles cultivées (deux fois moins de terre est exportée).
- en année de pluviométrie déficitaire, le gain en grains et en tiges atteint plus du double de la production du témoin (Kambou et Zougmoré, 1995)

Il influence les propriétés hydrodynamiques des sols : son efficacité reste lié à la rugosité du sol (travail du sol, couverture végétale), à l'humidité des couches superficielles et à l'intensité des pluies (les pierres peuvent être emportées –sols sableux à fort ruissellement- ou s'enfoncer dans le sol)

Inconvénients : il peut provoquer l'engorgement des terres en amont lors d'années de pluviométrie excédentaire et risquer d'asphyxier des plantes, donc de baisser alors la production.

La contrainte majeure à sa mise en œuvre est la disponibilité en pierres et leur transport, 40 tonnes pour 300 m de cordon pierreux.

Les diguettes en terre : c'est un ouvrage imperméable antiérosif qui retient toute l'eau et favorise son infiltration. Elles se présentent sous la forme de bourrelets de terre dont la base mesure 80 cm à 1 m et dont la hauteur moyenne est de 30 à 50 cm. Elles laissent des passages d'eau de 2 m de large. Les diguettes sont d'une moindre efficacité que les réalisations en pierres, et entraînent des problèmes d'entretien permanent. C'est pourquoi elles sont abandonnées par les projets de développement.

Les diguettes ont une influence sur les propriétés hydrodynamique des sols : sur plus de 5 ans, on constate un accroissement du stock d'eau dans les espaces inter diguettes, l'absorption de la quasitotalité du ruissellement, un bilan hydrique excédentaire, une évaporation proche de

l'évapotranspiration potentielle surtout quand le couvert végétal est important ; il y a distribution latérale et verticale de l'eau vers les horizons profonds du sol.

Le sous-solage : il s'agit de casser la couche superficielle d'un sol colmaté afin d'améliorer sa capacité à l'infiltration de l'eau, à l'aide d'un tracteur ou d'un bulldozer. Cette technique est rarement utilisée. Le décompactage des sols dégradés par sous-solage est un: piège efficace pour l'eau de pluie surtout en début d'hivernage. Il assure le démarrage des cultures et des conditions favorables à leur développement (amélioration de la structure des sols et augmentation du stockage d'eau en surface). Il entraîne une augmentation de la production agricole : accroissement du rendement du sorgho de +25%, du rendement en mil de +16,7% et du rendement en arachide de +29,2%.

Son inconvénient : la fréquence des croûtes après chaque pluie et risque d'érosion ; une extension limitée en raison de son coût et de la disponibilité du matériel.

Le scarifiage : c'est un travail du sol par grattage de la couche superficielle avec un instrument à dents, manuellement ou avec une traction animale pour ameublir les 10 premier cm du sol. Effectué à sec, le scarifiage doit être suivi de labour. En milieu humide, ce travail plus profond et permet une plus grande infiltrabilité du sol. Un sarclage régulier est nécessaire pour rompre les croûtes formées pendant les pluies.

Le labour : c'est une technique d'économie d'eau par excellence. Il brise la croûte des sols et augmente la porosité. Les effets positifs du labour sont très contestés : l'érosion reprend plus vite sur les sols labourés, le gain d'infiltration du labour est modeste.

Le buttage et le billonnage : travail du sol en buttes, l'eau se concentre dans les sillons, s'y infiltre au profit des plantes.

La mise en défens: protection d'un terroir ou d'une parcelle contre l'homme et les animaux domestiques. Elle permet la régénération du couvert végétal avec une amélioration de la production primaire et modification de la structure de la végétation. On note en particulier la régénération de jeunes pousses d'arbustes et d'arbres.

Inconvénients : la mise en défens n'est pas appropriée pour des surfaces nues et encroûtées : il faut alors un travail préparatoire du sol ; la mise en défens requiert un travail de négociation avec les communautés riveraines souvent en compétition pour l'usage de l'espace.

Le paillage : c'est une technique ancienne et répandue. Il s'agit de recouvrir le sol d'une couche de 2 cm d'herbes, 3 à 6 tonnes par ha (branchages ou résidus culturaux, mil ou sorgho) de façon à stimuler l'action des termites qui cassent la croûte superficielle du sol. Elle entraîne l'ameublissement du sol et l'augmentation de sa porosité, soit une meilleure infiltration de l'eau. Elle améliore la structure du sol. Grâce à l'action du vent, il y a une accumulation de particules, de sédiments dans la paille. La végétation est réhabilitée dès la première année. Il y a développement d'une végétation sur sol nu en deux ans.

Inconvénients : l'efficacité diminue quand le taux d'argile des sols augmente. Il y a un problème de compétition sur l'usage des branchages et des résidus de récolte (combustible, animaux, toiture, artisanat), ainsi que des problèmes de transport des végétaux.

Le reboisement : il s'agit de plantations dans les champs, le long des diguettes, des bois de village et des haies vives. Il améliore indirectement la situation économique des populations.

Inconvénient : le taux de survie des plantations est souvent faible, lié à l'absence de responsabilisation des populations concernant l'entretien des plantations et la répartition des revenus de ces plantations. On note des problèmes de mise en défens contre les animaux. Dans les champs, les paysans ont souvent d'autres priorités que de planter et surveiller des arbustes. Enfin, la plupart des plants produits par les pépinières villageoises sont de mauvaise qualité.

Le tapis herbacé : c'est une activité récente qui consiste à récupérer des clairières dénudées par un soussolage et par un semis de graines d'herbacées. Le labour est utilisé pour cela. Pour le moment, on manque d'évaluation sur cette technique.

Les bandes enherbées: ce sont des bandes constituées d'herbacées installées suivant les courbes de niveau des sols. Elles sont utilisées en association avec les couvertures antiérosives sur lesquelles elles sont plantées. Elles freinent le ruissellement et provoquent le dépôt de sédiments.

Les techniques agro écologiques: elles consistent à implanter une succession de cultures sans travail du sol, en laissant le sol couvert par des résidus de récolte ou par une autre culture produisant une biomasse formant couverture, et en contrôlant mauvaises herbes et couverture par des herbicides sélectifs. La couverture du sol permet l'enrichissement progressif de l'horizon superficiel du sol et favorise la stabilisation de sa structure en améliorant l'infiltration de l'eau. Cette technique est appliquée dans les zones soumises à désertification que depuis 1999. Peu de données quantitatives quant à ses résultats sont actuellement disponibles, mais les premiers résultats économiques montrent l'avantage de la technique du semis direct sur les techniques conventionnelles du point de vue des coûts de mise en œuvre (installation et entretien).

ANNEXE 4: LE « PROJET D'APPUI A LA SECURITE ALIMENTAIRE PAR LA RECUPERATION DES TERRES DEGRADEES AU NORD DU BURKINA FASO », TRE *ex ante*

Source: document de projet réalisé par le Centre d'investissement de la FAO en 2000

Ce document de projet base ses propositions sur des acquis de projets antérieurs au Burkina Faso, notamment sur des techniques de maîtrise de l'eau par captage des eaux de ruissellement au niveau des micro- bassins versants, sur l'intensification de la production agro-pastorale, sur la diversification des activités de production et sur la prise en compte de contraintes telles que l'insuffisance des terres et la faible capacité technique des producteurs.

L'objectif du projet est d'accroître les revenus des populations du Nord du pays en restaurant au moins 3 000 ha et en intensifiant les productions. Les bénéficiaires sont au nombre d'environ 100 000 personnes sur une centaine de villages : la zone totale d'intervention du projet couvre 12 000 km2 et concerne 330 000 habitants ; sur les trois premières années, 100 000 habitants seront concernés, les opérations lourdes de récupérations de terres portant sur 3 000 ha. La récupération des terres dégradées se fera par des moyens mécaniques (labour avec deux tracteurs de 190 CV et des charrues Delfino) ; l'aménagement des sites devant être réalisé par les populations; des puits, des pépinières, d'es aménagements de points d'eau sont prévus. Un volet de "renforcement" des capacités financières des populations sera mis en place. Une stratégie participative et multidisciplinaire sera utilisée.

Les coûts des composantes sont donnés par le tableau 20 ci-dessous:

Tableau 1 : Composantes du projet d'appui à la sécurité alimentaire par les terres dégradées, FAO, et leurs coûts

Composantes	Coût
Cadre organisationnel	328 000 \$
Récupération des terres, aménagement, intensification	700 000 \$
Micro finances	300 000 \$
Appuis aux producteurs, études	800 000 \$
Suivi évaluation	910 000 \$
Coût global du projet	3 M\$US

L'intérêt de ce document de projet est qu'il donne des éléments de rentabilité financière de la récupération des terres dégradées et une justification économique; il décrit enfin les impacts prévus. En voici un résumé :

La rentabilité financière du projet: deux modèles d'aménagements seront vulgarisés après les travaux de récupération proprement dits:

Un modèle "sylvo pastoral" avec semis/plantation d'espèces forestières multi usages, sur des demi-lunes (de 400 à 600 pieds/ha), et recolonisation des sols par herbacées et ligneux;

Un modèle "agro forestier" avec des espèces forestières améliorantes (Acacia albida, 100 pieds/ha), zaï et mise en culture des interlignes.

On prend en compte le coût de la réhabilitation mécanique, celui de l'aménagement selon le modèle; les recettes sont basées sur le type d'aménagement. *Le coût de la réhabilitation est évalué à 50 \$/ha* (équipements amortis sur 5 ans) :

Le coût de l'aménagement sylvo pastoral est estimé à 40 \$ /ha l'année et à 1,10 \$/ha l'année (correspondant aux intrants);

le coût de l'aménagement agro forestier est évalué à 66 \$/ha en année 1, 48 \$/ha en année 2 et 3, et 40 \$/ha/an les années suivantes (correspondant aux intrants).

Les hypothèses de rendements retenues sont les suivantes :

pour le fourrage: en année 1, 750 kg/ha, 1,5 T/ha les années suivantes;

pour le mil : 750 kg/ha en année moyenne, hypothèse basse, ou 1,5 T/ha, hypothèse haute ;

pour le niébé, 500 à 750 kg/ha.

Sur ces bases, les rédacteurs estiment que l'investissement est récupéré dès la troisième année pour le modèle sylvo pastoral et dès la première année pour le modèle agro forestier. Si on prend une période de référence de cinq ans, le bénéfice moyen est estimé à 20\$/ha/an pour le modèle sylvo pastoral, et entre 75 et 200\$/ha/an pour le modèle agro forestier. Ces bénéfices nets ne tiennent pas compte des retombées environnementales sur la zone du projet.

Les **tableaux ci-dessous** donnent des éclairages sur les chiffres qui ont servis de base à l'évaluation de la rentabilité financière.

Tableau 2 : Aménagement sylvo pastoral (1 ha), dépenses, recettes et bénéfices, \$ EU

	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Total
Dépenses						
Réhabilitation mécanique :						
Amortissement unité mécanisée	24	0	0	0	0	24
Fonctionnement + appui technique	22	0	0	0	0	22
Sous total	46	0	0	0	0	46
Aménagement						
Encadrement + formation	20	5	0	0	0	25
Plantation + entretien	17,86	5	0	0	0	22,86
Sous total	37,86	10	0	0	0	47,86
Total dépenses	83,86	10	0	0	0	93,86
Recettes						
Rendement (kg/ha)	750	1 000	1 500	1 500	1 500	6 250
Valeur de la production	26,79	35,71	53,57	53,57	53,57	223,21
Total recettes	0	35,71	53,57	53,57	53,57	196,43
Bénéfices/pertes	- 83,86	25,71	53,57	53,57	53,57	102,57

Source: programme spécial pour la sécurité alimentaire, FAO, 2000

En année 1, il n'y a pas de fauche ce qui explique l'absence de recette agricole. Les années suivantes, le prix est de 300 FCFA par botte de 12 kg. A partir de la quatrième année, des recettes supplémentaires pourraient être ajoutées, de type produits de cueillette et bois de chauffe.

Tableau 3 : Aménagement agro forestier, mil (0,5 ha), niébé (0,5 ha), dépenses, recettes et bénéfices, \$EU

	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Total
Dépenses						
Réhabilitation mécanique :						
Amortissement unité mécanisée	24	0	0	0	0	24
Fonctionnement + appui technique	22	0	0	0	0	22
Sous total	46	0	0	0	0	46
Aménagement						
Encadrement + formation	20	5	5	0	0	30
Semences + engrais + phyto	42,86	42,86	42,86	42,86	42,86	214,29
Plantation + entretien	3,57	5	0	0	0	8,57
Sous total	66,43	52,86	47,86	42,86	42,86	247,86
Total dépenses	112,43	52,86	47,86	42,86	42,86	293,86
Recettes						
1 – Hypothèse basse (HB)						
mil (0,5 ha)	80,35	80,35	80,35	80,35	80,35	401,79
niébé (0,5 ha)	53,57	53,57	53,57	53,57	53,57	267,85
total recettes (HB)	133,93	133,93	133,93	133,93	133,93	669,64

Bénéfices/pertes (HB)	21,50	81,07	86,07	86,07	86,07	375,78
2 – Hypothèse haute (HH)						
mil (0,5 ha)	160,71	160,71	160,71	160,71	160,71	803,58
niébé (0,5 ha)	107,14	107,14	107,14	107,14	107,14	853,71
total recettes (HH)	267,86	267,86	267,86	267,86	267,86	1 339,29
Bénéfices/pertes (HH)	155,43	215	220	225	225	1 045,43

Source: programme spécial pour la sécurité alimentaire, FAO, 2000

En ce qui concerne la culture de mil, l'hypothèse basse correspond à un rendement de 750 kg/ha et l'hypothèse haute, 1500 kg/ha. Pour la culture de niébé, ces chiffres sont de 500 kg/ha et de 1000 kg/ha.

Sur la base des hypothèses de rendement, les investissements sont récupérés la troisième année pour l'aménagement sylvo pastoral, dès la première année pour l'aménagement agro forestier. Ramené sur 5 ans, le total des bénéfices s'élève à 102 \$ par ha, soit 20,5 par an pour l'aménagement sylvo pastoral et à 1045 \$ par ha soit 209 \$ par an pour l'aménagement agro forestier.

La taux de rentabilité économique du projet a été calculé sur 15 ans et s'élève à 13,3% sous les conditions suivantes :

Pour les bénéfices :

Traitement de 7 000 ha durant cette période à l'aide du matériel mentionné (charrues et tracteur),

50% des terres mis en valeur selon l'aménagement sylvo pastoral et 50% selon l'aménagement agro forestier ;

Les bénéfices de la cueillette et de l'exploitation des produits forestiers sont évalués à 30 \$ par ha pour l'aménagement sylvo pastoral, en plus du bénéfice net moyen de 53 \$ par ha ;

Les bénéfices de l'exploitation des produits forestiers sont estimés à 10 \$ par ha, en plus de du bénéfice moyen de 15 \$ par ha et par an lié à la production de niébé et de mil.

Prise en compte des plus values générées par les micro fonds versées par le projet aux groupements féminins (60 000 \$ générés sur un capital initial de 300 000 \$.

Pour les coûts : ils sont majorés des imprévus physiques, soit un total de 1 ,1 M\$ sur cinq ans, rapportés à un espace physique total d'environ 12 000 km2 et pour 100 000 habitants.

Telles sont les données sur lesquelles il faudrait raisonner pour élargir le débat. Le projet est conçu pour responsabiliser les populations locales en promouvant un développement endogène, et en mettant en œuvre des mécanismes de transfert des activités réalisées. La restauration de la fertilité et du couvert végétal auront un impact environnemental considérable sur la recharge des nappes, la diminution de l'érosion et la bonne santé de tous les bassins versants concernés.

ANNEXE 5 – QUELQUES DONNEES COMPLEMENTAIRES SUR LES TECHNIQUES DE LUTTE CONTRE LA DESERTIFICATION

1 – Données sur l'agroforesterie et le zaï

Sources:

Le Houérou H.N, 2005. Problèmes écologiques du développement de l'élevage en région sèche. In : Sécheresse, 16 (1), sous presse.

Wedum J, Doumbia Y., Sanogho B., Dicko G., Cissé O., 1996. Réhabilitation des terres dégradées par le zaï dans le cercle de Djenné (Mali). In : Techniques traditionnelles de conservation des eaux et des sols en Afrique CTACOS Karthala pp. 95-102

Some L., Kambou F., Traore S., Ouédraogo B., 2000. «Techniques de conservation des eaux et des sols dans la moitié nord du Burkina », in *Sécheresse* 2000 : 11 (4), pp 267-274

Source : Hassan A., 1996. Techniques traditionnelles de plantation en cuvette dans le département de Tahoua, Niger. In : Techniques traditionnelles de conservation des eaux et des sols en Afrique CTACOS Karthala , pp. 87-94 (Idem)

L'agroforesterie concerne 3,2 millions d'ha plantés artificiellement dans les zones arides de la planète. L'agroforesterie, qu'elle use d'espèces natives ou introduite, est un outil puissant et efficace du point de vue de la régénération biologique, permettant à la productivité d'être 3 à 10 fois plus élevé que celle la végétation primitive dans les mêmes conditions écologiques.

En ce qui concerne l'entretien des terres cultivées, le *zaï* est considérée comme une technique à coût modéré et efficace : l'effet peut durer jusqu'à 30 années. Il faut compter environ 2500 trous à l'ha, 1000 kg de matière organique et 1000 kg de compost, et le travail de 150-300 hommes jours par ha. Les termites creusent des galeries souterraines, l'eau s'infiltre, le trou et le monticule retiennent les débris de terre et de végétaux apportés par le vent.

<u>L'effet d'une combinaison de zaï et de cordon pierreux</u> : sur 1 hectare de sorgho dans deux villages du nord burkinabé (pluviométrie variant entre 400 et 500 mm par an), le rendement de 166 kg à l'hectare observé sans aménagement, atteint grâce à cette combinaison 750 kg à l'hectare, voire 1 050 kg.

<u>Une étude sur le zaï dans le cercle de Djenné (Mali)</u> présente les rendements de sorgho en comparant deux techniques culturales alternatives, le *zaï* et le labour.

Tableau 1 : Rendements du sorgho avec zaï et labour au Mali

	Culture	Rendement avec zaï	Rendement après labour
1992-93	sorgho	1494	397
1993-94	sorgho	624-1288*	280-320*

Source: Wedum et al, 1996. *: semis à la date optimale

Ce tableau confirme l'efficacité du *zaï*. Pour mieux cerner la modeste efficacité du labour, il nous faudrait un témoin ainsi que des informations sur les types de sols en présence. En effet, leu labour est agressif dans certains contextes et expose les sols à des risques accrus d'érosion.

<u>Techniques traditionnelles de plantation en cuvette dans le département de Tahoua :</u> cette étude décrit l'accroissement des rendements suite à la mise en place de plusieurs techniques de CES, dont la technique du *zaï*, des demi-lunes et des cordons pierreux dans une région où la pluviométrie est inférieure à 400 mm par an (voir tableaux 30 et 31). Sur place on parle de *tasa* et non de *zaï* et les cuvettes creusées sont d'ailleurs de taille plus modeste que celles du *zaï* au Burkina Faso. La quantité de fumier nécessaire est de 5 à 6 tonnes à l'ha, soit 500 g par trou. Pour l'engrais minéral, il est

recommandé d'utiliser 50 kg d'urée à l'ha et 125 kg de phosphate. A la suite de cette innovation technique de réhabilitation des terres, un marché des terres dégradées s'est créé.

Tableau 2 : Technique du zaï au Niger, rendements en mil

	1993	1994
T0	144	296
T1	393	969
T2	659	1486

Source: Hassan A., 1996.

T0: témoin; T1: CES + fumier; T2: CES + fumier + fumure minérale

Tableau 3 : Zaï, demi-lunes et cordons pierreux au Niger, évolution des rendements en mil

	Tasa	Demi-lune	Cordons de pierre	
T0	144	77	156	1993
T1	393	416	292	
T2	659	641	448	
T0	296	206	390	1994
T1	969	912	671	
T2	1486	1531	900	

Source: Hassan A., 1996.

T0: témoin; T1: CES + fumier; T2: CES + fumier + fumure minérale

2 - Le paillage sur le plateau central du Burkina Faso

Source : Slingerland M., Masdevel M., 1996. Le paillage sur le plateau central du Burkina Faso. In : Techniques traditionnelles de conservation des eaux et des sols en Afrique CTACOS Karthala, pp. 128-132

On a constaté une relation entre le nombre de membres actifs de l'exploitation avec le pourcentage de la surface paillée sur les terres de culture. Le facteur main d'œuvre semble donc être un facteur contraignant. Pour pailler, on utilise dans la région d'étude, trois provinces de la province de Sanmatanga, des feuilles de karité qui attirent les termites, selon un procédé naturel retrouvé dans les techniques d'agro-écologie. Il faut 3 à 6 tonnes de feuilles à l'ha (cf. tableau). On ignore le coût de ces travailleurs.

Tableau 4 : Le paillage sur le plateau central du Burkina Faso

Surface paillée en %age	Travailleurs à l'ha	Nombre d'exploitations
0	1,71	105
0 à 25	2,11	91
25 à 50	2,60	22
50 à 75	2,67	1
Total	1,96	219

3 - Conclusion

Les études présentées ci-dessus sont pour la plupart des analyses sur l'accroissement des rendements agricoles obtenus suite à la mise en place de diverses techniques de CES. Elles ne soulignent l'effet de ces techniques que sur les deux années suivant leur mise en place, ce qui paraît insuffisant pour une

analyse en termes de régénération de la productivité des sols, compte tenu notamment de l'aléa climatique dans les régions concernées.

Le passage à l'évaluation économique est rarement fait : les bénéfices peuvent aisément être calculés à partir de la variation des rendements et du prix des produits agricoles, mais il manque souvent les coûts de mise en œuvre des techniques de LCD.

ANNEXE 6: LE DETAIL DES SCENARIOS PLANETAIRES

Les trois scénarios proposés sont :

- « business as usual » ou la poursuite des politiques courantes
- le scénario de l'économie, de la technologie et du secteur privé ou la toute puissance du marché,
- le scénario des valeurs et des modes de vie ou le renouveau des comportements quotidiens, de la solidarité et de la coopération internationale

Ces scénarii sont de type qualitatif. Ils commencent par la caractérisation de la situation actuelle. Ce sont ensuite des histoires, des trajectoires narratives ou des images possibles du futur. Présentés de façon indépendante, il est tout à fait possible, selon nous, de ne retenir que quelques aspects de chaque scénario, voire même de relier certains résultats et évolution propres à chaque scénario.

La démarche adoptée inclut les dimensions sociales, sociétales, institutionnelles et environnementales de la problématique eau. Dans un premier temps, les auteurs identifient les dimensions critiques (incertaines) et les forces directrices des scénarii. Nous présenterons ces scénarios de façon relativement exhaustive en insistant sur les aspects de désertification, de migration et de développement au sud.

1 – Forces directrices et incertitudes critiques

<u>Les forces directrices</u> orientent le futur, et se caractérisent par un état d'incertitude pour certaines, et peuvent donc faire l'objet de discussion et de prévision. Ce sont des forces :

- démographiques (dont les migrations),
- économiques (dont la production, le commerce, l'état des pays du Sud et les investissements dans l'eau),
- technologiques (relative à l'eau -techniques de désalinisation etc.- bien sûr mais aussi aux cultures).
- sociales (pauvreté et inégalités),
- gouvernementales (structures de pouvoir, niveau de conflit et globalisation),
- environnementales (dont salinisation des sols, eau souterraine et état des écosystèmes).

<u>Les incertitudes critiques</u> joueront un rôle crucial dans la détermination du scénario réel d'évolution. Elles sont nombreuses, diversifiées et recouvrent :

- l'efficacité de l'usage de l'eau
- l'expansion de l'agriculture irriguée (actuellement 70% du prélèvement total en eau). On anticipe :
 - o une croissance de 30% de la surface d'ici à 2025, ce qui signifie sous les hypothèses les plus optimistes un accroissement de 17% sur la ressource en eau, avec des risques sévères de pénurie d'eau dans les régions les plus exposées, dont les régions arides et soumises à désertification
 - o un ralentissement dans la construction de grands barrages, un tendance déjà à l'œuvre, qui limitera l'extension des surfaces irriguées à +5-10%, créant le risque de pénuries alimentaires et de croissance des prix des produits agricoles.
- des augmentations massives de production agricoles via l'agriculture pluviale : les progrès technologiques ont jusqu'à présent été plutôt orientés vers l'agriculture irriguée ; mais ceux en cours dans le domaine de l'agriculture pluviale (agro- écologie notamment) conduiront peut-être à des croissances rapides des rendements des cultures, sans ponction supplémentaire de la ressource en eau ; d'un autre côté, anticiper une croissance des superficies cultivées suite à ces progrès conduit à anticiper un risque de déforestation accru.

- La dématérialisation de l'économie et le risque d'une fracture élargie entre pays du Nord et émergents et pays les moins avancés, dont font souvent partie les pays d'Afrique soumis à désertification.
- Sécurité alimentaire globale versus nationale : le risque de pénurie d'eau associée aux politiques de sécurité alimentaire nationale
- Disponibilité de techniques peu onéreuses de purification de l'eau (désalinisation) et leur impact sur la santé
- L'acceptation publique des organismes génétiquement modifiés au Nord et au Sud selon les avancées scientifiques
- L'opposition publique aux grands barrages, et ses conséquences pour les pays du Sud
- Les découvertes scientifiques fondamentales à venir : biologie (photosynthèse), climatiques, physiques (nature et quantité d'énergie consommée),
- Les changements dans les valeurs humaines (mentalités) et dans les façons de vivre : en particulier la modération du consumérisme (surtout dans les pays du Nord) est une incertitude critique car cette évolution déterminera de façon prépondérante celle des usages quantitatifs et qualitatifs non seulement de l'eau mais de toutes les ressources naturelles.

2 – Le scénario : « business as usual » ou la poursuite des politiques actuelles

Les politiques de coopération internationales (montants et nature) restent inchangées, de même que les politiques de l'eau :

Futur proche : les 10-15 années à venir (2015).

Le monde se développe selon les projections officielles sur la démographie et la croissance économique :

- Croissance globale de la production agricole par tête
- Croissance de la demande en eau et amélioration de son usage selon la mise en œuvre des progrès techniques déjà disponibles.
- Urbanisation des sociétés et croissance démographique (8 milliards d'êtres humains en 2025)
- Croissance du PIB mondial estimée à 250% par rapport au niveau de 1995.

Ce développement se traduit par une aggravation des inégalités entre les pays les plus pauvres, donc les pays d'Afrique touchées par la désertification et les pays du Nord, les pays en transition et certains pays en développement à fort taux de croissance (Chine, Inde etc.). Au sein de ces derniers, une aggravation des disparités (zones désertifiées/pôles de croissance urbains) est à prévoir. Si le niveau de vie général s'améliore, il est notamment marqué par l'accentuation de la fracture entre les populations les plus déshérités, celle des zones arides, et les autres. Le nombre de personnes touchées par le manque d'accès aux infrastructures et services de base s'accroît avec leur privatisation. La pauvreté absolue reste à son niveau actuel.

Les émissions de gaz à effet de serre continuent à augmenter, favorisant les irrégularités climatiques et les événements extrêmes.

Parmi les évolutions a priori positives, l'introduction de cultures résistantes aux sécheresses et l'extension de l'agriculture irriguée provoquent une déforestation accrue (défrichement et mise en culture), une consommation d'eau à terme non soutenable et une partition plus inégales entre ceux qui ont accès aux bénéfices de ces progrès et ceux qui n'ont pas les moyens d'en supporter les coûts (prix des semences, prix de l'eau). La désalinisation (solution technique à la pénurie d'eau) répond essentiellement à la demande agricole et ne résout pas la question de l'assainissement (santé, consommation courante). Les aquifères sont surexploités. En 2010, tous les pays (Sauf le Canada et la Scandinavie) connaissent des pénuries d'eau à des échelles très différentes et de façon localisée. Ces pénuries trouvent des solutions par une intensification de l'investissement dans la construction

d'équipements adaptés sauf dans les pays des régions arides qui n'ont pas les moyens de telles politiques et souffrent de :

- dégradation de la qualité de l'eau disponible, manque de facilités sanitaires et chute de la disponibilité en eau souterraine
- dégradation croissante des écosystèmes
- coûts croissants de dépollution de l'eau
- salinisation et érosion des sols
- perte de biodiversité
- c'est-à-dire d'une vulnérabilité accrue (aléas climatiques et économiques liés à l'absence de stabilisation des marchés) engendrant tensions sociales et conflits localisés.

Dans ce contexte, les migrations nord-sud, notamment illégales s'accroissent dans des contextes de plus en plus dramatiques, provoquant des conflits internationaux Nord-Sud.

Futur plus lointain: 2025.

Les tendances précédemment décrites, notamment l'accroissement des inégalités, s'accentue avec pour conséquences en lien avec la désertification :

- des migrations sud nord toujours plus soutenues débouchant sur des politiques de plus en plus répressives de la part des pays du Nord et sur l'intensification de leurs conflits avec les pays du Sud sur cette question
- une situation globale de patchwork géographique entre des régions bénéficiant d'un accès régularisé aux ressources basiques (eau, éducation etc.) et se développant en prise avec l'économie mondiale, et d'autres parmi lesquelles les zones arides, laissées pour compte, avec des phénomènes de déscolarisation, des problèmes récurrents de santé et d'épidémies (eau) et de sécheresses (changement climatique) qui les entraînent dans une spirale de sous-développement.
- A un niveau plus global, une crise de l'eau, une baisse de la résilience planétaire, une instabilité économique et une croissance des conflits militaires.

Ce scénario, celui de l'inaction, est un scénario catastrophe pour les régions arides.

3 - Le scénario, technologie, économie et secteur privé, ou la toute puissance du marché

Ce scénario repose sur une vision optimiste des lois régulatrices du marché, des potentialités des nouvelles technologies (et de notre capacité à limiter leurs effets pervers).

Les principes économiques sont appliqués au marché de l'eau, ce qui conduit par un système de prix adéquats (forte augmentation des prix) à une diffusion rapide des nouvelles technologies, un investissement accru dans ce domaine et à une réduction de la demande. La décentralisation des structures de gestion de l'eau (échelle du bassin) contrebalance les forces du marché.

Futur proche: 2015

Comme dans le scénario précédent, la richesse globale s'accroît au bénéfice des pays du Nord et des pays en développement les plus avancés tandis que se creuse l'écart avec les pays les moins avancés, parmi lesquels les pays d'Afrique soumis à désertification. Les évolutions démographiques sont les mêmes que dans le scénario précédent : urbanisation et 8 milliards d'être humains en 2025.

La plupart des biens et services fournis par le secteur public passent entre les mains du privé. Cette privatisation conduit à la rationalisation de l'exploitation des ressources : l'augmentation des prix de l'eau domestique et industrielle, puis pour l'irrigation agricole, incite à l'adoption de technologies réduisant la consommation ainsi qu'à une gestion de leur demande par les consommateurs finaux. La

désalinisation se développe. Les compagnies privées de l'eau se multiplient et leurs bénéfices également, ce qui stimule l'économie dans son ensemble.

Des investissements massifs dans la recherche agricole (biotechnologie) permettent de mettre au point des semences résistantes aux sécheresses, aux maladies et au sel, et peu consommatrice d'eau :

- la production agricole peut augmenter sans ponctionner la ressource en eau.
- La déforestation recule grâce à l'accroissement des rendements et à la possibilité de cultiver dans des zones désertiques auparavant incultes.

Des intérêts privés alliés aux ONG protègent de larges espaces au sud et leurs écosystèmes de la surexploitation, préservant ainsi leur biodiversité, mais excluant également les populations locales.

Au Sud, les zones les plus pauvres déclinent car ces progrès ne leur sont pas accessibles. C'est le cas de l'Afrique, tandis que de nombreux pays d'Europe de l'est, d'Asie et d'Amérique Latine deviennent progressivement intégrés à la mondialisation. Cependant, cette intégration a lieu au prix d'une pollution sans précédent de leur environnement, notamment des cours d'eau et des nappes souterraines, car les coûts de dépollution restent prohibitifs.

La Coopération internationale est prise en charge par des fondations caritatives, qui gèrent l'aide d'urgence, la santé et l'éducation primaire. Elles sont impuissantes à enrayer le déclin des régions les plus déshéritées, les zones arides. Dans ces régions, l'instabilité politique s'accroît, entraînant la fuite des capitaux et l'atrophie d'un secteur privé qui se borne à quelques secteurs lucratifs d'activité. L'ONU est marginalisée par le développement d'un secteur privé transnational, aucune organisation internationale ne parvient à rassembler la communauté internationale (seule l'OMC fait référence) et des conflits régionaux apparaissent dans les régions les plus pauvres.

Les migrations des régions soumises à désertification s'accroissent, vers le nord et vers les pays réussissant leur développement (pôles d'attractivité). Les migrations internationales issues de l'Afrique prennent donc de nouvelles destinations, se diversifiant, mais restent très majoritairement des migrations de pauvreté : les migrants sont des travailleurs essentiellement sans qualification. Les conditions d'accueil sont soumises aux lois du marché : grande flexibilité du travail des migrants qui, au bout de la chaîne de production, sont directement soumis aux fluctuations des prix des marchandises sur les marchés mondiaux ; absence de politiques sociales, notamment de prise en charge médicale et de regroupement familial. Ces migrations sont donc de plus en plus précaires (temporaires).

Futur plus lointain: 2025

On peut noter:

- une forte croissance économique, sauf en Afrique,
- une croissance générale de l'alphabétisation avec de grandes disparités : l'Afrique est en régression sur ce point également,
- la pauvreté se réduit globalement mais elle s'accroît dans des proportions importantes dans les régions exclues des flux d'investissement : les plus pauvres deviennent plus pauvres, l'Afrique des régions arides s'appauvrit de ce fait,
- L'inégalité s'accroît partout, entre et au sein des pays,
- La production alimentaire augmente à l'échelle mondiale mais les pénuries alimentaires restent monnaie courante dans les pays les plus démunis dont les zones arides d'Afrique,
- L'absence de gouvernance mondiale et de coopération internationale laisse la question du développement à des associations caritatives qui ne sont pas en mesure de l'assumer,
- Les conflits sur l'eau (bassins et fleuves transfrontaliers) se multiplient sans qu'une instance internationale n'ait le pouvoir d'intervenir,
- L'environnement des pays du sud est sévèrement dégradé, notamment celui des régions arides,
- Les problèmes environnementaux globaux ne sont pas pris en compte, no résolus

La privatisation de l'eau entraîne l'exclusion de tous ceux qui ne peuvent la payer. A la fin de la période, les gouvernements et les usagers réagissent à la main mise du secteur privé et à ses effets pervers (ONG, communautés etc.) : la soutenabilité de l'eau a été atteinte au prix de la soutenablité sociale. De façon plus générale, la réussite de ce scénario dépend de la force et de l'efficacité des actions gouvernementales et sociétales pour corriger les effets négatifs du marché.

Cependant, le bilan pour les régions arides d'Afrique soumises à désertification est catastrophique : pas ou peu d'accès aux infrastructures de base (santé, éducation) gérées par le caritatif, pas d'accès aux semences issues des progrès biotechnologiques, surexploitation conséquente des ressources en eau et en sol, érosion, déforestation, la désertification progresse. Les migrations s'intensifient dans des conditions de plus en plus dures.

Les régions arides d'autres continents seraient susceptibles d'être plus épargnées si elle appartiennent à des pays plus riches et intégrés qui ont les moyens de mettre à disposition de ces régions les infrastructures de base et les progrès technologiques ; cependant, on peut aussi prévoir qu'au sein de ces pays, ces régions restent laissées pour compte, ignorées par le marché d'une part, par le pouvoir d'autre part, et que l'écart se creuse entre leur niveau de vie et celui des autres régions, entraînant de ce fait des migrations internes ou internationales.

4 – Le scénario des valeurs et du changement des modes de vie

Ce scénario repose sur une prise de conscience générale amenant à (re)penser la solidarité internationale comme nécessaire à la durabilité de la vie humaine. Or, la tendance actuelle est à la réduction de la coopération pour le développement et de l'aide d'urgence.

La prise de conscience ne peut venir que de l'apparition et du développement d'une crise profonde, une conjonction dramatique de catastrophes naturelles et humaines, à la fois transnationales et incontrôlables.

La globalisation, aggravant les inégalités et l'exclusion, accroît la vulnérabilité dans un contexte écologique marqué par l'instabilité climatique (catastrophes naturelles, maladies chroniques liées à la pollution) et par la réduction de l'accès à une eau de qualité (santé, pénuries alimentaires au sud). Les sécheresses se multiplient en Afrique et en Europe du sud et la mise en œuvre des compensations économiques et la prise en charge sociale au nord contraste avec la mortalité et la désorganisation des sociétés au sud. Cette situation, érigée en symbole, provoque des vagues de rébellion parmi les pauvres de tous les pays, qui, n'ayant plus rien à perdre, s'en prennent aux riches. C'est une sorte de troisième guerre mondiale entre désespérés et riches. Peu importe l'évidence du camp de la victoire, les risques d'un conflit durable et ses impacts psychiques sur les générations à venir entraînent un renouveau de la pensée sur le développement.

L'apparition de nouvelles maladies liées à la pollution, contagieuses et volatiles contribuent également à refonder la pensée du développement.

Les progrès scientifiques sur la compréhension des lois de la complexité amènent à promouvoir un nouveau type de gouvernance, basée sur des réseaux décentralisés et coopératifs. Tous les acteurs sociaux principaux sont impliqués : les gouvernements, les ONG, les entreprises, les groupes religieux.

La conviction que le profit économique et le développement économique ne sont pas suffisants se généralise : les progrès sociaux et un regard nouveau sur la dimension environnemental apparaissent nécessaires. L'ONU est réformée et organise des débats mondiaux (électroniques) sur les alternatives au consumérisme, sur les objectifs de long-terme nécessaires à la survie de la civilisation. Les multinationales, conscientes que sans stabilité sociale et prospérité générale, les profits sont limités, participent et financent ces débats. Ils ont lieu à toutes les échelles, locales, nationales, régionales, globales. Un consensus apparaît pour adopter un éventail de principes basiques parmi lesquels l'accès à

l'eau pour les populations et les écosystèmes, et leur mise en œuvre à l'échelle des bassins. Trois initiatives principales prennent forme :

- une négociation économique pour accélérer la croissance économique dans les pays en développement et dématérialiser l'économie au Nord,
- l'établissement d'un réseau mondial de recherche sur la science de l'eau pour le développement durable.
- un processus de gouvernance qui définit les limites du marché dans ses activités de production et d'allocation, à partir de valeurs sociales, culturelles et environnementales.

Le pluralisme et la décentralisation sont les pierres angulaires de l'évolution de cette nouvelle gouvernance : les décisions sont délocalisées et le minimum de règles est maintenu aux échelons supérieurs pour permettre l'interconnexion aux multiples échelles.

L'accès massif à l'éducation conduit à la réduction de la taille des familles dans les pays à forte natalité. Alors que les pays du Nord réduisent peu à peu leur consommation par tête, les pays du Sud accroissent leur production de façon à répondre aux besoins basiques de leurs populations (mais jamais n'atteignent les niveaux des sociétés industrielles de la fin du XXème siècle).

La croissance économique globale est plus faible que dans les deux autres scénarios, mais plus de ressources sont consacrées aux pays du sud pour accélérer leur développement. Les partenariats public-privés se développent dans le domaine des avancées technologiques et dans celui du financement du développement des pays du Sud.

Un système global de sécurité alimentaire est mis en place pour fournir une alimentation à des prix raisonnables aux régions déficitaires. Cette politique permet aux pays concernés de rediriger l'investissement consacré à la sécurité alimentaire vers d'autres secteurs de leur économie : le commerce de l'alimentation augmente et des régions aux conditions hydrologiques et de fertilité favorables se spécialisent dans une production agricole à faibles risques et coûts de production.

En 2025, les dérivations (adductions ?) d'eau ont cru de 25% dans les pays en développement pour des fins domestiques et industrielles principalement ; et la plupart de cette eau retourne par la suite à ses écosystèmes d'origine. De nombreuses possibilités de prix, de taxations et de taux d'actualisation de long terme sont explorées pour une gestion durable et intégrée (gouvernement, entreprises, communautés locales), souvent décentralisée, de la ressource en eau. En 2025, les pays ont développé des méthodes efficaces pour la recharge de leurs nappes souterraines.

Globalement, la logique de profit de court-terme est remplacée par une rationalité économique de longterme : en conséquence la croissance des progrès technologiques et celle économique sont plus basses que dans le scénario de la toute puissance du marché, mais la qualité des technologies employées est plus appropriée à la durabilité des l'exploitation des ressources.

Au plan agricole, la trajectoire adoptée privilégie l'agriculture pluviale comme support de la croissance de la production agricole, tout en compensant les effets de sécheresses éventuelles et imprévisibles par des techniques d'irrigation d'appoint (systèmes de retenue d'eau à petite échelle, collecte des eaux de pluie et pompage individuel). L'effort scientifique et technique porte sur la combinaison de solutions high-tech aux savoirs traditionnels afin de passer d'une économie de subsistance à une économie paysanne soutenable. De nouvelles écotechnologies sont appliquées à l'agriculture et l'industrie, inspirées des découvertes sur le fonctionnement des écosystèmes (recyclage, productivité). La réhabilitation des écosystèmes devient un secteur leader de l'économie, ce qui conduit à une amélioration environnementale importante.

Dans ce scénario, la diffusion technologique inclut les mécanismes d'aide aux pays pauvres pour le financement de leur transition technologique.

La place accordée à l'éducation est fondamentale pour développer des modes de vie soutenables : les programmes scolaires insistent sur les interactions entre les comportements humains et l'environnement.

Une gouvernance distributive se crée et les mécanismes de décisions sont établis de l'échelle locale à l'échelle globale : les structures locales ont un contrôle important sur les décisions de type socio-

économique et environnemental et sont contraintes par les impacts éventuels de leurs décisions aux échelles supérieures (les systèmes d'énergie locaux doivent se conformer aux normes d'émission de gaz à effet de serre par tête). La gouvernance globale est basée sur une fédération de régions et promeut la coopération, la sécurité, la qualité environnementale et la solidarité. Elle est composée par des réseaux auto-organisés et interactifs aux différentes échelles qui vont du local au global et regroupant des acteurs sociaux différents (gouvernements, ONG, entreprises etc.). La plupart des conflits sont résolus par les nouveaux modes de négociations.

En 2025:

- forte croissance économique dans les pays en développement,
- accroissement mondial du niveau d'alphabétisation
- existence d'un réseau mondial de communication
- les cultures demandent moins d'eau et sont plus résistantes aux maladies
- chute importante de la pauvreté absolue
- 95% de la population a accès à l'hygiène de base, à 40 litres d'eau potable journaliers et à la satisfaction des besoins essentiels alimentaires
- Amélioration de l'état des écosystèmes
- Forte coopération internationale en croissance
- Prolifération des partenariats public-privé
- Implication des ONG et des communautés dans les réseaux de la gouvernance globale
- Innovations dans le domaine des droits de propriété collectifs permettant la bonne gestion des ressources communes.

Dans ce scénario, les pays des zones arides reçoivent le soutien nécessaire pour lutter contre la pauvreté; l'éducation réduit progressivement le nombre d'enfants par femme dans ces régions, ce qui, avec l'accès facilité aux produits alimentaires permis par le renouveau de la coopération internationale, permet aux populations de réduire l'exploitation de leurs ressources naturelles. Les surfaces en culture cessent de s'étendre, ce qui contribue à la reforestation du milieu. La désertification cesse de progresser, puis recule.

L'apparition de nouvelles activités en milieu rural, notamment avec la diffusion des nouvelles technologies, contribue à freiner les comportements migratoires, ceux issus de la pauvreté ainsi que les migrations de capital humain. Au Nord, les migrations en provenance des pays du Sud sont accueillies en négociation avec les pays d'origine.