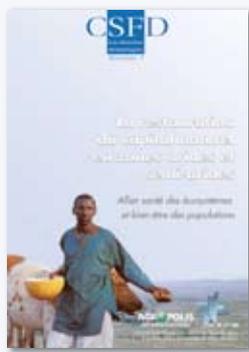


La restauration du capital naturel en zones arides et semi-arides

*Allier santé des écosystèmes
et bien-être des populations*





Les dossiers thématiques du CSFD numéro 7

Directeur de la publication

Marc Bied-Charreton

Président du CSFD
Professeur émérite de
l'Université de Versailles
Saint-Quentin-en-Yvelines (UVSQ, France)
Chercheur au Centre d'économie
et d'éthique pour l'environnement et
le développement (C3ED-UMR IRD/UVSQ)

Auteurs

Morgane Lacombe

Doctorante, Centre d'Écologie Fonctionnelle
et Évolutive/ Centre National de la Recherche Scientifique
(CEFE/CNRS, France)
mlacombe@frm-france.com

James Aronson

Chercheur, Centre d'Écologie Fonctionnelle et
Évolutive/ Centre National de la Recherche Scientifique
(CEFE/CNRS, France)
james.aronson@cefe.cnrs.fr

Avec la participation de

Marc Bied-Charreton,
Président du CSFD

Édition et iconographie

Isabelle Amsallem (Agropolis Productions, France)
agropolisproductions@orange.fr

Conception et réalisation

Olivier Piau (Agropolis Productions)
agropolisproductions@orange.fr



Remerciements pour les illustrations

David A. Bainbridge (Professeur agrégé, *Alliant International University*, États-Unis d'Amérique), Danièle Cavanna (Photothèque INDIGO de l'Institut de recherche pour le développement, IRD, France), Andre Clewell (Co-coordonateur, RNC Alliance), Jordi Cortina (Éditeur de la revue *Ecosistemas*, Espagne), Angela Osborn (Directrice des commandes et des droits, Island Press, États-Unis d'Amérique), Christelle Fontaine (Assistante, CEFE/CNRS, France), Sue Milton (Professeur, University of Stellenbosch, *University of Cape Town, Afrique du Sud*), David Tongway (Membre honoraire, *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation* (CSIRO *Sustainable Ecosystems*), chercheur invité, *Australian national University, Australie*), ainsi que les auteurs des différentes photos présentes dans le dossier.

Impression : *Les Petites Affiches* (Montpellier, France)
Dépôt légal : à parution • ISSN : 1772-6964
Imprimé à 1 500 exemplaires

© CSFD/Agropolis International, mars 2008

Pour référence : Lacombe M., Aronson J., 2008. La restauration du capital naturel en zones arides et semi-arides. Allier santé des écosystèmes et bien-être des populations. *Les dossiers thématiques du CSFD*. N°7. Mars 2008. CSFD/Agropolis International, Montpellier, France. 36 pp.

Comité Scientifique Français de la Désertification

La création, en 1997, du Comité Scientifique Français de la Désertification, CSFD, répond à une double préoccupation des ministères en charge de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification. Il s'agit d'une part de la volonté de mobiliser la communauté scientifique française compétente en matière de désertification, de dégradation des terres et de développement des régions arides, semi-arides et subhumides afin de produire des connaissances et servir de guide et de conseil aux décideurs politiques et aux acteurs de la lutte. D'autre part, il s'agit de renforcer le positionnement de cette communauté dans le contexte international. Pour répondre à ces attentes, le CSFD se veut une force d'analyse et d'évaluation, de prospective et de suivi, d'information et de promotion. De plus, le CSFD participe également, dans le cadre des délégations françaises, aux différentes réunions statutaires des organes de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification : Conférences des Parties, Comité de la science et de la technologie, Comité du suivi de la mise en œuvre de la Convention. Il est également acteur des réunions au niveau européen et international.

Le CSFD est composé d'une vingtaine de membres et d'un Président, nommés *intuitu personae* par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche et issus des différents champs disciplinaires et des principaux organismes et universités concernés. Le CSFD est géré et hébergé par Agropolis International qui rassemble, à Montpellier et dans le Languedoc-Roussillon, une très importante communauté scientifique spécialisée dans l'agriculture, l'alimentation et l'environnement des pays tropicaux et méditerranéens. Le Comité agit comme un organe indépendant et ses avis n'ont pas de pouvoir décisionnel. Il n'a aucune personnalité juridique. Le financement de son fonctionnement est assuré par des subventions du ministère des Affaires étrangères et européennes et du ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement durables, la participation de ses membres à ses activités est gracieuse et fait partie de l'apport du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

Pour en savoir plus :

www.csf-desertification.org

La rédaction, la fabrication et la diffusion de ces dossiers sont entièrement à la charge du Comité, grâce à l'appui qu'il reçoit des ministères français. Les dossiers thématiques du CSFD sont téléchargeables librement sur le site Internet du Comité.

Marc Bied-Charreton
Président du CSFD
Professeur émérite de l'Université
de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines
Chercheur au C3ED-UMR IRD/UVSQ

L'humanité doit dorénavant faire face à un problème d'envergure mondiale : la désertification, à la fois phénomène naturel et processus lié aux activités humaines. Jamais la planète et les écosystèmes naturels n'ont été autant dégradés par notre présence. Longtemps considérée comme un problème local, la désertification fait désormais partie des questions de dimension planétaire pour lesquelles nous sommes tous concernés, scientifiques ou non, décideurs politiques ou non, habitants du Sud comme du Nord. Il est dans ce contexte urgent de mobiliser et de faire participer la société civile, et dans un premier temps de lui fournir les éléments nécessaires à une meilleure compréhension du phénomène de désertification et de ses enjeux. Les connaissances scientifiques doivent alors être à la portée de tout un chacun et dans un langage compréhensible par le plus grand nombre.

C'est dans ce contexte que le Comité Scientifique Français de la Désertification a décidé de lancer une nouvelle série intitulée « *Les dossiers thématiques du CSFD* » qui veut fournir une information scientifique valide sur la désertification, toutes ses implications et ses enjeux. Cette série s'adresse aux décideurs politiques et à leurs conseillers du Nord comme du Sud, mais également au grand public, aux journalistes scientifiques, du développement et de l'environnement. Elle a aussi l'ambition de fournir aux enseignants, aux formateurs ainsi qu'aux personnes en formation des compléments sur différents domaines. Enfin, elle entend contribuer à la diffusion des connaissances auprès des acteurs de la lutte contre la désertification, la dégradation des terres et la lutte contre la pauvreté : responsables d'organisations professionnelles, d'organisations non gouvernementales et d'organisations de solidarité internationale.

Une douzaine de dossiers sont consacrés à différents thèmes aussi variés que les biens publics mondiaux, la télédétection, l'érosion éolienne, l'agro-écologie, le pastoralisme, etc., afin de faire le point des connaissances sur ces différents sujets. Il s'agit également d'exposer des débats d'idées et de nouveaux concepts, y compris sur des questions controversées, d'exposer des méthodologies couramment utilisées et des résultats obtenus dans divers projets et enfin, de fournir des références opérationnelles et intellectuelles, des adresses et des sites Internet utiles.

Ces dossiers seront largement diffusés - notamment dans les pays les plus touchés par la désertification - sous format électronique à la demande et via notre site Internet, mais également sous forme imprimée. Nous sommes à l'écoute de vos réactions et de vos propositions. La rédaction, la fabrication et la diffusion de ces dossiers sont entièrement à la charge du Comité, grâce à l'appui qu'il reçoit des ministères français. Les avis exprimés dans les dossiers reçoivent l'aval du Comité.

Ce dossier thématique n°7 du CSFD aborde, dans une démarche de communication, de partage et de discussion, la présentation des éléments majeurs de l'approche que sous-tend cette locution '*Restauration du capital naturel*' appliquée aux zones arides et semi-arides. L'objectif principal est (1) de participer à la promotion de cette approche au sein des sociétés et des communautés les plus touchées par les processus de dégradation des espaces et des ressources qu'elles gèrent et (2) convaincre les gouvernements et les décideurs des aides publiques et privées, d'inscrire leurs projets dans une telle démarche.

Ce dossier résulte d'une compilation bibliographique des travaux scientifiques disponibles, relatifs à la restauration du capital naturel en zones arides et semi-arides. Ces travaux, conduits déjà sur plusieurs décennies, ont permis de dégager concepts et définitions qui, pour la majorité de ceux présentés ici, sont adaptés de l'ouvrage édité par Aronson *et al.* (2007a) regroupant les contributions de 71 scientifiques, gestionnaires et journalistes œuvrant dans les domaines de l'écologie, de l'économie et de l'économie écologique.

Plusieurs sites, disséminés en zones arides ou semi-arides à travers le monde, ont été choisis pour illustrer les concepts élémentaires de la restauration du capital naturel à travers des 'visites virtuelles' sur le terrain. Ces exemples proviennent de l'ouvrage rédigé par Clewell & Aronson (2007) destiné aux personnes impliquées, sur le terrain, par les activités de cette profession émergente qu'est la restauration écologique.

Ces zones climatiques extrêmes ont souvent été—et sont le plus souvent encore—le lieu de conflits sociaux pour l'accès aux ressources naturelles. Ces conflits, exacerbés par une pauvreté extrême et des conditions de vie précaires, sont majoritairement liés à une gestion inappropriée des ressources naturelles aussi primordiales pour la vie des gens que sont l'eau, la terre, les ressources

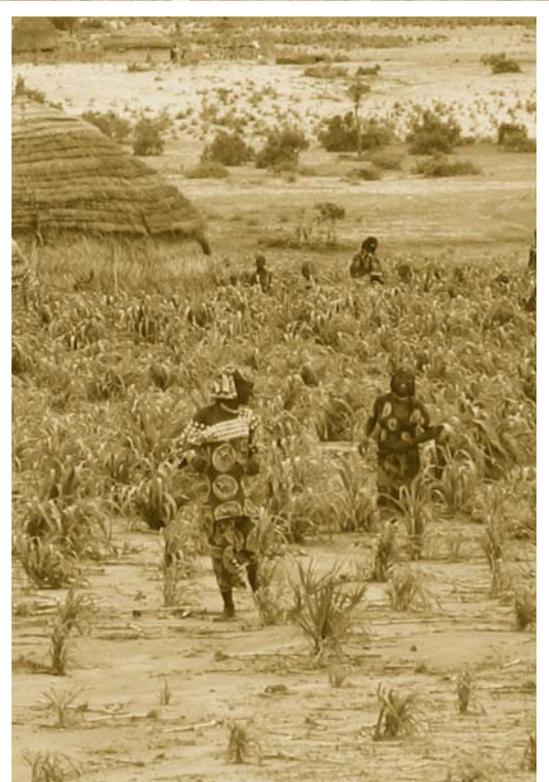
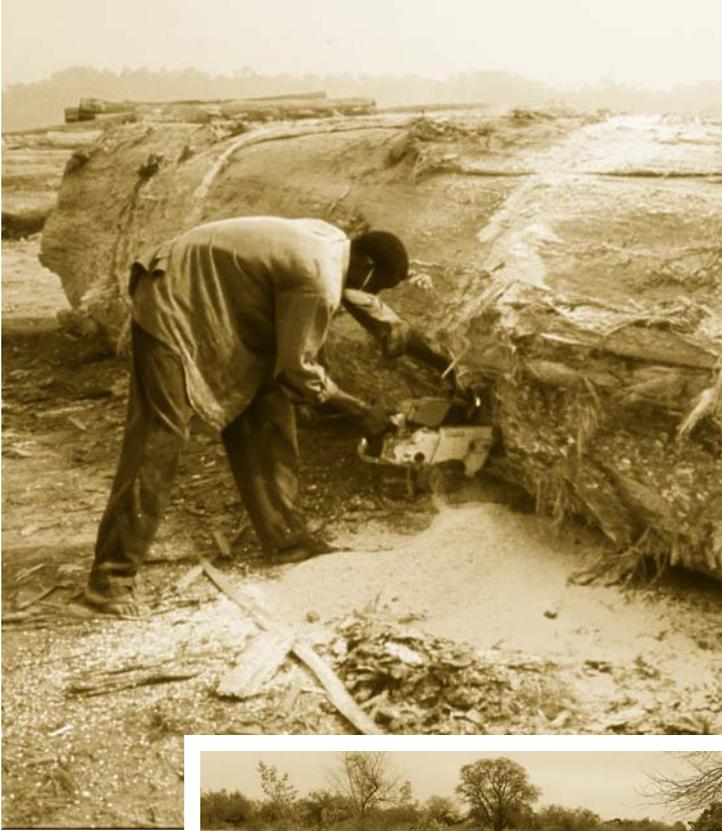
végétales (pâturages, bois de feu, etc.). Aujourd'hui, même ces besoins les plus élémentaires ne peuvent être satisfaits. Il est temps de concevoir, proposer et promouvoir une approche alternative de gestion environnementale qui soit socio-économiquement équitable et écologiquement durable.

La mise en place d'une telle approche requiert de profondes modifications du comportement de nos sociétés (des acteurs de terrain aux politiques) vis-à-vis de l'environnement naturel. Ces modifications seront difficiles et ne pourront, seules, suffire à assurer les besoins fondamentaux des populations si elles ne sont pas couplées à la restauration du capital naturel déjà largement dégradé. En outre, faisant le constat que toute détérioration du capital naturel entraîne une détérioration du capital humain et du capital sociétal, il est proposé de promouvoir également la restauration du capital social, élément complémentaire indispensable à la réussite des projets de restauration du capital naturel.

La restauration du capital naturel implique la facilitation du flux d'informations, du partage et de la communication des concepts, en particulier scientifiques, sur lesquels repose cette approche. Les réponses à des interrogations complémentaires abordées dans ce dossier, comme, par exemple, qui doit investir pour restaurer le capital naturel et le capital social ou comment assurer la surveillance et le suivi écologique à long terme, sont proposées dans les précédents dossiers thématiques du CSFD. La demande sociale en matière de restauration des écosystèmes dégradés étant faible alors que se poursuit la dégradation des milieux et la perte de biodiversité, il est de ce fait urgent de se préoccuper de la préservation des ressources génétiques nécessaires à la bonne concrétisation des projets de restauration écologique.

Édouard Le Floc'h
ancien chercheur, CEFE/CNRS
ancien membre du CSFD

Sommaire



4
La restauration du capital naturel : une nécessité
écologique et socio-économique

8
Qu'est-ce que le capital naturel ?

14
Qu'est-ce que la restauration du capital naturel ?

18
Les bénéfices socio-économiques de la restauration du
capital naturel dans les zones arides

24
Faut-il investir dans la RCN en zones arides ?

28
Perspectives : vers une relation durable
entre l'homme et l'environnement ?

30
Pour en savoir plus...

35-36
Lexique - Acronymes et abréviations
utilisés dans le texte

La restauration du capital naturel : une nécessité écologique et socio-économique

L'empreinte écologique de l'humanité est aujourd'hui largement supérieure à la capacité de charge de la Terre. Autrement dit, le taux de consommation des ressources naturelles et le taux de dégradation environnementale et d'émission des déchets issus de l'exploitation effrénée de ces ressources sont supérieurs au taux de renouvellement et d'absorption des **écosystèmes**. L'humanité a commencé à grignoter ses réserves. Cette situation inédite dans l'histoire de l'humanité, se traduit par l'apparition conjointe de deux crises mondiales inextricablement liées : l'une écologique, l'autre humanitaire.

La crise écologique : le résultat d'un système économique

La crise écologique se traduit principalement par la perte de la **biodiversité**, la réduction des espaces naturels et l'érosion de la **fonctionnalité des écosystèmes** à une échelle locale, régionale et globale (MEA, 2003). De ces nouvelles conditions environnementales résultent, entre autres, le réchauffement climatique ou la diminution d'eau potable facilement accessible (Vitousek *et al.*, 1997 ; Wackernagel *et al.*, 2002).

Il est aujourd'hui admis que les hommes—de par les systèmes et structures économiques, sociaux et culturels auxquels ils appartiennent—sont responsables de cette dégradation (Makhlouf, 1995). Les conséquences immédiates pour l'humanité sont l'exacerbation des conflits pour l'acquisition des ressources et la perte des **biens et services naturels** (p. ex. fourniture de bois, séquestration du carbone...). Or, ces biens et services rendus par les écosystèmes sont indispensables à la survie et au développement de toute société. En conséquence, une modification de nos comportements d'exploitation et de distribution des ressources naturelles s'impose.

Dans les contextes démographique et économique actuels, la seule conservation des ressources naturelles n'est pas suffisante pour assurer le minimum de biens et services nécessaires aux hommes. En effet, l'état actuel du **capital naturel** au niveau mondial est déjà trop bas pour continuer à soutenir la plupart des systèmes économiques des pays du Nord. La **restauration écologique** des écosystèmes dégradés est nécessaire. En revanche, celle-ci est vaine si elle n'est pas couplée à la mise en place de systèmes d'exploitation durables



et d'une modification en profondeur de nos modes de consommation (Aronson *et al.*, 2007a). L'expérience montre, en effet, que les projets de restauration n'incorporant pas une modification des modes d'exploitation des ressources restaurées, sont voués à l'échec, les causes générant les mêmes effets, c'est-à-dire la surexploitation jusqu'à la dégradation de la ressource (Makhlouf, 1995).

En milieu aride et semi-aride, l'exploitation jusqu'à la dégradation des terres est souvent le résultat de conditions socio-économiques précaires. En effet, la satisfaction des besoins alimentaires de base est une priorité pour les hommes et les troupeaux.

La crise humanitaire : une dégradation de la biosphère au détriment des plus pauvres

Les méthodes actuelles d'exploitation et de distribution des biens et services naturels sont le plus souvent réalisées au détriment des groupes de population les plus pauvres (MEA, 2005). La répartition inégale des richesses qui en découle est, à son tour, un moteur de la dégradation massive des écosystèmes. En effet, la nécessité pour les plus pauvres de se procurer le minimum vital se réalise souvent par le biais de méthodes hautement destructives pour l'environnement. La dégradation des ressources naturelles qui en résulte, entraîne en retour



Débitage à la tronçonneuse d'une grume géante près du port à bois à San-Pédro, Côte d'Ivoire.
P. Haeringer © IRD

Zoom

L'empreinte écologique : impact de nos modes de vie sur l'environnement

La notion d'empreinte écologique a été développée par William Rees et Mathis Wackernagel de l'Université de Colombie-Britannique au début des années 90 (Rees et Wackernagel, 1994).

Le calcul de l'empreinte écologique permet une estimation de la quantité de capital naturel nécessaire au maintien du mode de vie d'une population humaine définie. L'approche de calcul repose sur une réinterprétation du concept de capacité de charge en prenant en compte le contexte économique.

La capacité de charge est définie par le nombre maximum d'individus de la même espèce qui peut être maintenu indéfiniment dans un habitat donné comme, par exemple, la taille d'une population humaine vivant dans une région isolée. Mais si on prend en considération le caractère global de notre économie à travers les échanges commerciaux, les différentes régions habitées par l'homme ne peuvent plus être considérées comme des unités indépendantes. La question de la quantité d'individus qu'une région donnée peut supporter n'est donc plus pertinente pour les populations humaines. La question devient alors quelle est la surface de terres et/ou de mer nécessaire pour maintenir le flux de ressources correspondant à la consommation d'une population dans une région donnée. L'estimation de cette surface de terre et/ou de mer (peu importe où elle se trouve) correspond à l'empreinte écologique de la population. C'est une mesure physique de la demande en capital naturel requis par une population donnée.

Cette mesure a été popularisée depuis par l'Organisation mondiale de protection de l'environnement (WWF) qui propose, entre autres, à chacun de calculer son empreinte écologique personnelle en ligne (www.wwf.fr/s_informer/calculer_votre_empreinte_ecologique) ainsi que des moyens pour la réduire.

La notion d'empreinte écologique est un bon moyen de communication auprès du grand public pour mettre en évidence l'impact de nos modes de vie sur l'environnement et la précarité de notre situation sur la Terre. En effet, en 2001, l'empreinte écologique totale de l'humanité représentait déjà l'équivalent de 1,20 planète (WWF, 2004) !

et rapidement une augmentation de la précarité de ces populations. Dans les milieux dégradés des pays du Sud, les utilisateurs des ressources, déjà rares, ne peuvent pas se permettre de « parier » sur des méthodes d'exploitation plus durables alors qu'ils sont en concurrence directe pour des réserves de plus en plus réduites.

Ce cercle vicieux est en partie alimenté par la **mondialisation économique** et l'accès à des ressources de plus en plus « lointaines ». On assiste, en effet, à un désintéressement des populations les plus riches pour les modes d'exploitation et leurs éventuelles conséquences sur l'environnement. Un redressement de cette situation est cependant possible à condition de :

- Développer des méthodes d'évaluation économique des coûts et des bénéfices d'une approche alternative d'exploitation, de conservation et de distribution des ressources naturelles.
- Responsabiliser l'utilisateur (individu ou groupe) de la ressource et lui procurer les moyens techniques et financiers lui permettant la mise en place de méthodes de gestion durable de cette ressource.
- Assurer la redistribution équitable des ressources permettant à l'utilisateur un **retour par bénéfices directs**.
- Responsabiliser et informer les consommateurs au niveau international.



*Pâturages extensifs sur sol brun vertique
développé sur schiste calcaire. L'érosion est due
au surpâturage. Nouvelle-Calédonie.
B. Bonzon © IRD*

C'est dans ce contexte que l'approche de **restauration du capital naturel** (RCN) apparaît comme un élément clé de réponse à ces deux crises. En effet, cette nouvelle approche associe les objectifs de la restauration écologique à ceux de l'amélioration du bien-être des populations humaines d'un point de vue socio-économique. La RCN sert ainsi de passerelle entre les impératifs de (1) la conservation de la biodiversité et la protection de la **santé des écosystèmes**, (2) la production locale à court terme, (3) le **développement économique** aux niveaux national et international et (4) le **développement économique local et durable** (DELD).

La restauration du capital naturel : un élément clé de réponse

Écologues, conservateurs de la nature et économistes ont tous des vues différentes sur les objectifs de la restauration écologique ou du développement durable. Un consensus sur la définition et l'interprétation de ces termes clés est nécessaire pour informer les populations et leurs représentants sur les objectifs et les conséquences des politiques en place et à venir.

Aujourd'hui, le maintien des écosystèmes naturels est sacrifié en faveur de la croissance économique (de Groot, 1992), à savoir l'augmentation de la production (ou « taille » de l'économie) qui se traduit par une élévation de la consommation (Daly et Farley, 2004). Ce choix politique repose en grande partie sur le fait que la conservation de la biodiversité, la lutte contre la pauvreté ou le développement économique sont communément perçus comme ayant des intérêts indépendants et souvent conflictuels. Comme nous le verrons tout au long de ce dossier, la RCN vise à mettre en commun ces intérêts a priori différents. Elle associe restauration écologique et développement durable afin de mettre en synergie les bénéfices respectifs de ces deux approches.

Les régions menacées par la désertification correspondent à environ 40 pour cent des terres disponibles. Elles sont le plus souvent le lieu de pauvreté extrême (Requier-Desjardins et Caron, 2005). Une approche visant à restaurer simultanément les écosystèmes et la qualité de vie des populations locales est donc nécessaire en zones arides et semi-arides. Les notions et concepts relatifs au capital naturel et à la pratique de sa restauration sont développés dans les prochains chapitres.

Zoom

La désertification et ses conséquences pour les hommes

La Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (1994) définit le processus de désertification comme « *la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et sub-humides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines* ».

De manière générale, les conditions climatiques imprévisibles (sécheresses récurrentes et irrégularité de la pluviométrie) couplées à la nécessité de satisfaire les besoins alimentaires et énergétiques des populations locales sur le court terme (avec des pratiques inadaptées d'exploitation des ressources naturelles) entraînent une forte dégradation environnementale. Celle-ci se traduit par une destruction du couvert végétal (extension des superficies cultivées au détriment des espaces pastoraux), une diminution de la fertilité, une modification des écosystèmes et une recrudescence des conflits autour de la gestion des ressources naturelles (Requier-Desjardins, 2007 ; Requier-Desjardins et Caron, 2005).

En parallèle, l'accroissement démographique et l'exacerbation de la précarité entraînent une exploitation accrue et non durable des biens et services naturels. Les pressions exercées sur les écosystèmes créent un déséquilibre entre la demande et la production de ces biens et services favorisant ainsi la désertification.

Les causes et les processus responsables de la désertification sont cependant variables. Elles dépendent simultanément du contexte mondial (réchauffement climatique), régional (zone géographique et politique) et local (mode d'exploitation et de gestion des terres). Ainsi, la lutte contre la désertification doit se traiter en termes de directives internationales, de politiques régionales et d'initiatives locales. Ces trois échelles (mondiale, régionale et locale) sont étroitement dépendantes les unes des autres (MEA, 2005). Il n'est pas superflu d'ajouter que la résolution des problèmes à l'échelle locale doit être adaptée et spécifique à la demande exprimée (besoins, objectifs, valeurs) des populations locales.

Qu'est-ce que le capital naturel ?



Le capital naturel est un concept élaboré à la fin des années 70 (Jurdant *et al.*, 1977) et développé, entre autres, par Costanza et Daly (1992). Ce concept est essentiel pour favoriser la considération des problèmes environnementaux dans les prises de décision économique. Le terme de capital naturel permet aussi de mettre en évidence le rôle limitant des ressources et des écosystèmes naturels dans le développement socio-économique des populations et des nations (Ekins *et al.*, 2003). Pour bien comprendre le sens du terme « capital naturel », expliquons tout d'abord les différents types de capitaux qui existent.

Les différents types de capitaux

Il existe cinq types de capitaux (MEA, 2005) :

1. **Le capital financier** (monnaie et substituts)
2. **Le capital manufacturé** (immeubles, routes et autres constructions humaines fixes)
3. **Le capital humain** (efforts individuels ou collectifs et compétences intellectuelles)
4. **Le capital social** (institutions, relations sociales, réseaux sociaux, croyances culturelles partagées et traditions)
5. **Le capital naturel** : métaphore économique qui représente les stocks de ressources naturelles desquelles dérivent les biens et services dont dépendent les sociétés humaines. Le capital naturel peut être décliné en quatre types : (a) le capital naturel renouvelable (espèces vivantes, écosystèmes), (b) le capital naturel non renouvelable (pétrole, charbon, diamants), (c) le capital naturel récupérable (atmosphère, eau potable, sols fertiles) et (d) le capital naturel cultivé (agriculture et sylviculture).

Le capital naturel (définition de Daly et Farley, 2004) consiste donc en l'ensemble des écosystèmes durables et des paysages écologiques desquels les hommes dérivent les services et produits (biens) qui améliorent leur bien-être sans coût de production. Il est important de préciser que la totalité des stocks de capital naturel cultivé et de capital manufacturé est dérivée du capital naturel renouvelable, récupérable ou non renouvelable.

Le capital naturel renouvelable correspond à la structure et à la composition des écosystèmes naturels qui, à travers leur fonctionnement, maintiennent le flux de biens et services naturels aux hommes. Le capital naturel récupérable correspond au stock de ressources non vivantes qui sont continuellement recyclées à travers leurs interactions avec les ressources vivantes sur de longues périodes de temps. Enfin, le capital naturel cultivé correspond aux systèmes agro-écologiques de production qui possèdent une capacité d'autorégulation plus ou moins élevée selon leur mode de gestion.

Actuellement, et depuis plusieurs décennies, le taux d'utilisation (dégradation) du capital naturel est supérieur à son taux de renouvellement. Sa transformation en produits manufacturés détruit peu à peu (et de plus en plus vite) les stocks de ressources naturelles et les biens et services qui en découlent.

La perte du capital naturel peut aussi entraîner la diminution consécutive du capital social et du capital humain (Aronson *et al.*, 2007a). Cette situation est particulièrement vraie en zones arides et semi-arides où la réduction constante des services naturels suite à la désertification favorise l'émigration et la perte d'estime de soi ainsi que les conflits politiques (Requier-Desjardins et Caron, 2005).



Paysage de savane arborée avec des termitières, Cameroun. F. Anthony© IRD

La restauration du capital naturel : un élément de réponse au clivage disciplinaire et idéologique entre les sciences naturelles et les sciences sociales

D'après Aronson *et al.*, 2007b.

Thèmes/ Visions	Environnementalisme extrême	Économie néo-classique pure	Apport de le RCN pour pallier au clivage économie/écologie
Les gens	Sont trop nombreux et consomment trop (pour le bien-être des autres espèces).	Font des choix basés sur les principes de l'intérêt individuel.	Peuvent concilier les besoins individuels et collectifs et ceux des générations actuelles et futures.
Vision du futur économique	Profondément pessimiste, sauf en cas de changements radicaux.	Optimiste, linéaire, déterministe.	État économique stable qui accepte les limites écologiques de la croissance.
Place de l'Homme dans la Nature	Fait partie de la Nature.	Existe en dehors des écosystèmes.	Les hommes et la Nature constituent des socio-écosystèmes.
Détermination de la valeur des biens et services naturels	Valeur intrinsèque de toutes entités vivantes.	Valeur utilitaire, déterminé par les prix du marché.	Valeurs multiples car l'économie matérielle dépend de la santé des écosystèmes.
Normes conductrices et de conduite	Toutes espèces vivantes méritent respect et attention.	Rentabilité, intérêt personnel et utilitaire.	Respect de la biosphère sur la base du bien-être socio-économique durable.
Substitution des capitaux	Pas de substitution possible pour le capital naturel.	Substitution totale possible entre le capital naturel et le capital manufacturé.	Substitution partielle, le capital naturel et le capital manufacturé sont complémentaires.

L'interdépendance des différents types de capitaux doit être mise en évidence dans la lutte contre la désertification et la RCN en général. En effet, la dégradation des terres et la baisse de la qualité de vie sont liées (MEA, 2005). Leur restauration respective l'est donc aussi. La prise en compte de cette interdépendance est essentielle pour outrepasser les préjugés qui existent concernant ces processus et qui limitent la résolution des problèmes environnementaux et socio-économiques.

Conservation de la nature *versus* croissance économique ?

Traditionnellement, la conservation de la nature et la restauration de la santé des écosystèmes sont perçues comme incompatibles, voire contradictoires, avec les objectifs du développement économique. Le tableau ci-contre fait le point sur les contradictions que peut soulever une vision trop étroite de l'écologie ou de l'économie. Ce tableau met aussi en valeur les intérêts d'une approche intégrant simultanément la restauration écologique et le développement durable. Pour bien comprendre le contexte de la restauration du capital naturel, il est nécessaire de faire le point sur les différences idéologiques entre les concepts de croissance économique et de développement économique durable. Ces différences sont discutées dans les chapitres suivants.

Le modèle aux élastiques : relation entre capital naturel et croissance

■ Étape 1

La fonction de production est à quatre facteurs : naturel, technique, humain, social. Le niveau de revenu W (représenté par ☺) dépend de la quantité accumulée des quatre capitaux. Dans cette représentation graphique, la fonction de production $W = f(N, T, H, S)$ est représentée par le fait que le niveau W est « accroché par des élastiques » au sommet des quatre « piliers » que sont les stocks de capitaux.

■ Étape 2

On connaît de nombreux exemples où la croissance est fondée sur une consommation de capital naturel. Prenons l'exemple classique en Afrique de modes de culture inadaptés à la densité croissante de la population et qui dégradent la fertilité des sols. Il y a ainsi une baisse progressive du capital naturel et donc des rendements jusqu'au moment où on atteint un certain seuil S au-delà duquel il y a un effondrement de la fertilité et surtout des rendements.

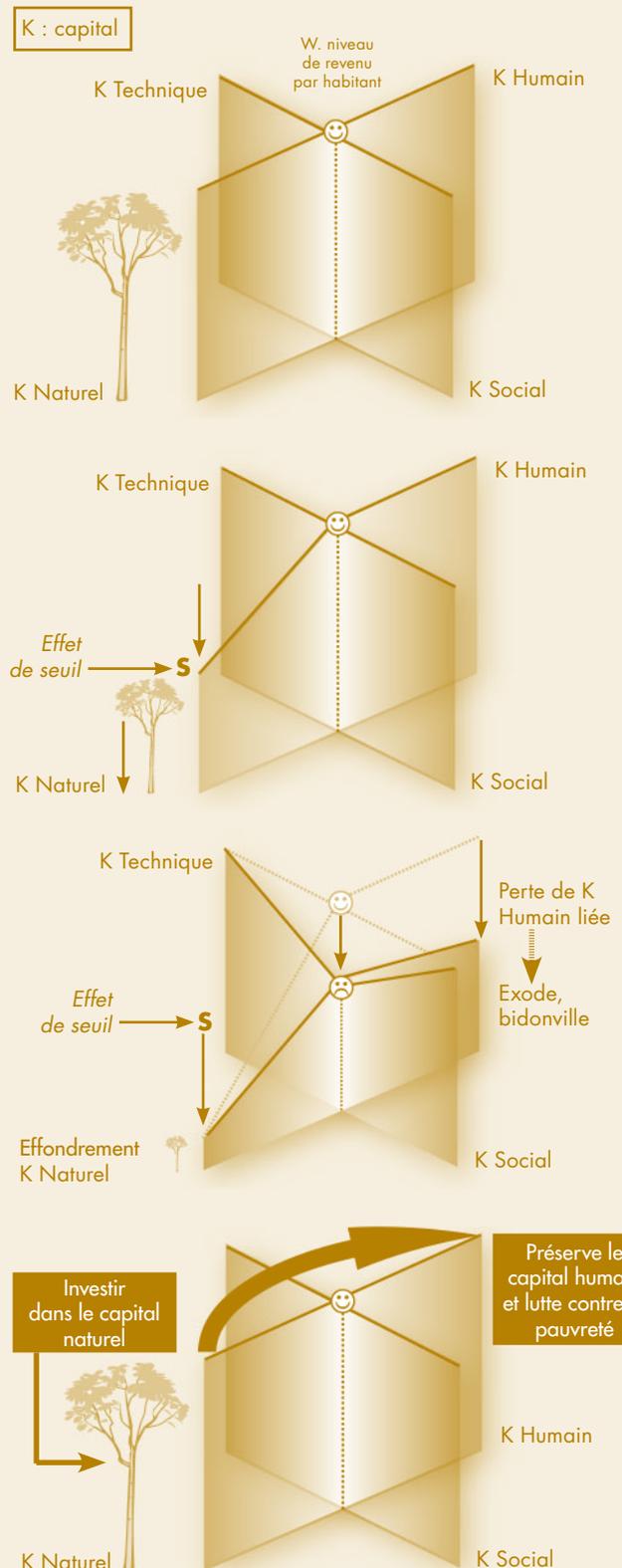
■ Étape 3

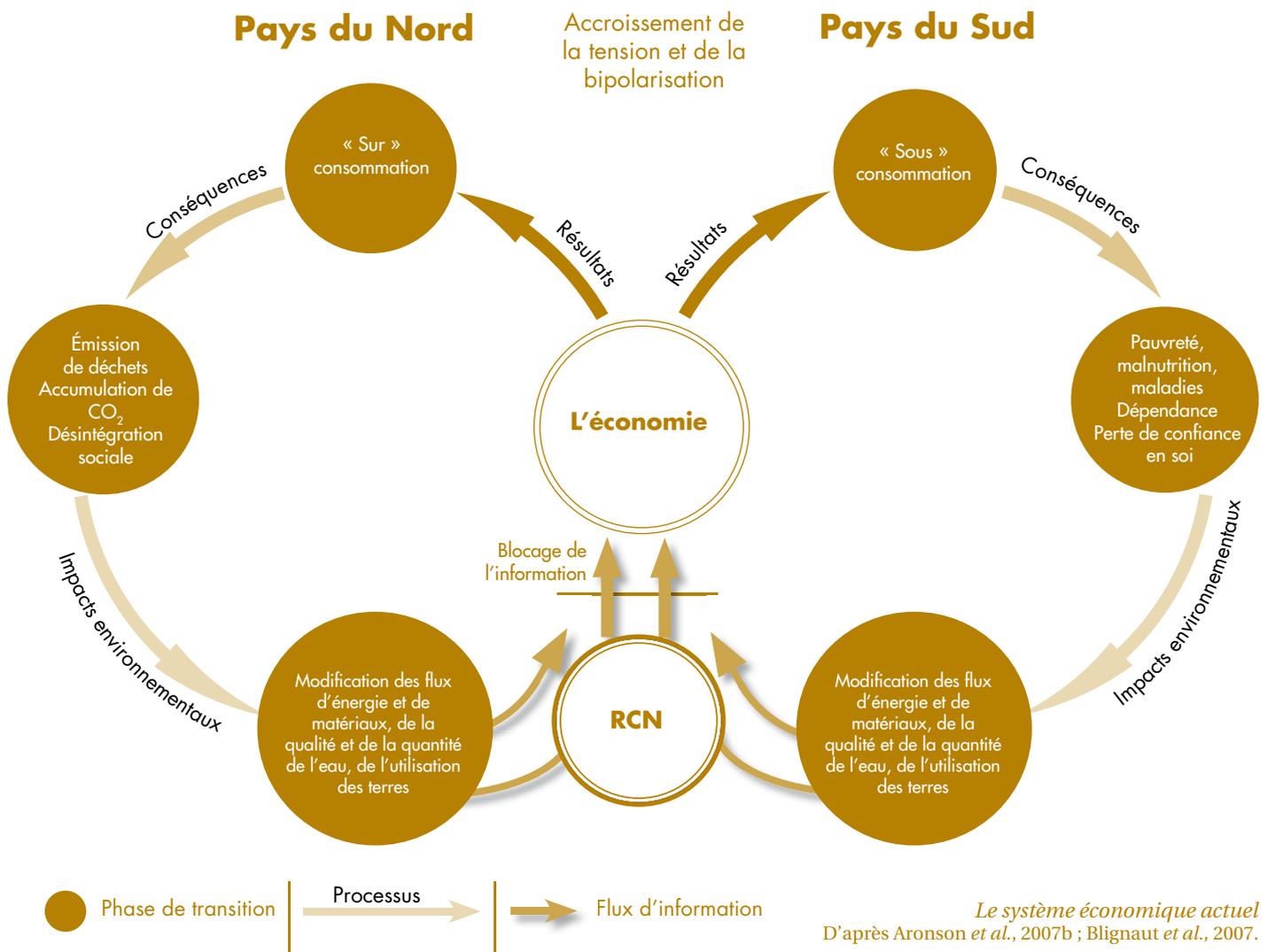
Passé le seuil S , le sol devient stérile. Le paysan tombe dans la catégorie du manoeuvre non qualifié et cherche un autre travail. Son capital humain perd ainsi de la valeur, ou autrement dit le paysan ne peut plus exprimer les connaissances d'agriculteur qu'il avait (savoir-faire, semences adaptées ...) : c'est l'externalité négative qu'engendre sur son capital humain un niveau insuffisant de capital naturel et qui tire vers le bas son revenu.

■ Conclusion

On conçoit qu'en approchant du seuil, un investissement qui stoppe la dégradation du capital naturel et l'empêche de franchir le seuil S a une très grande rentabilité sociale et doit être privilégié. Cela vient de ce que les phénomènes de seuil induisent des non linéarités dans le processus de croissance, qui, il faut le reconnaître, sont difficiles à modéliser.

D'après Girault et Loyer, 2006.





Le capital naturel : un facteur limitant du développement durable

Nous avons vu précédemment que les populations humaines dépendent des biens tirés des écosystèmes (bois, etc.), mais aussi des services naturels pour leur survie et la stabilité de leurs sociétés. Ces services dérivent du stock de capital naturel. Or, ces services sont, pour la plupart, gratuits et non exclusifs. C'est-à-dire que la consommation d'un service par un individu ne diminue pas la capacité de consommation de ce même service par les autres (à travers, par exemple, une augmentation du prix ou un accès limité). On parle parfois de biens publics mondial (Requier-Desjardins et Caron, 2005). Cette notion de **bien public** souligne d'une part le fait que la consommation de l'un ne limite pas la consommation des autres et que, d'autre part, la qualité du service ne diminue pas en fonction du nombre d'utilisateurs (on parle alors de non rivalité). Ces différentes caractéristiques font, qu'en pratique, il n'existe pas de signaux économiques de la diminution des services rendus par les écosystèmes (Farley et Daly, 2006). Ils n'ont pas de valeurs exprimées sur le marché économique actuel (voir la figure ci-dessus).

Ce schéma représente un modèle simplifié du système économique actuel, en mettant l'accent sur le fossé économique qui existe entre les pays du Nord et du Sud. Les informations relatives aux changements environnementaux et à leurs impacts sur nos sociétés ne sont pas intégrées au système. L'approche RCN permet de favoriser ce flux d'informations entre le Nord et le Sud et vis-à-vis du système économique mondial dominant.

Le système économique dominant a pour objectif la maximisation de la consommation individuelle par le biais de la croissance économique. Cette dernière est une augmentation physique du taux auquel l'économie transforme les ressources naturelles en valeurs monétaires (capital manufacturé) et en déchets. L'émission de déchets (ou pollution) n'étant pas prise en compte dans les coûts de production, il est aujourd'hui plus rentable d'investir dans la dégradation que dans la restauration du capital naturel.



Agriculture en Tunisie. Récolte et tri des dattes dans le sud-tunisien. V. Simonneaux © IRD

À la différence de la croissance économique, le développement économique est une augmentation du bien-être et de la qualité de vie des populations pour un niveau donné (taux constant) de transformation des ressources naturelles. Pour un développement économique durable :

- Le taux de transformation du capital naturel en capital manufacturé ne doit pas excéder son taux de renouvellement.
- La quantité de déchets émis ne doit pas excéder la capacité d'absorption naturelle de la biosphère (Daly, 1990).

Zoom

Les biens publics mondiaux : un concept d'économistes

Un bien (et un mal) public mondial (BPM) est, pour les économistes, un bien que tout le monde peut consommer : sa consommation par une personne ne pénalise pas celle d'autres personnes (par exemple l'air que nous respirons). Les BPM peuvent être fournis par le secteur privé ou par les États. Par exemple, les forêts domaniales sont des biens publics gérés par l'État lorsqu'il en est le propriétaire.

La biodiversité, certaines forêts ou sites exceptionnels, peuvent aussi appartenir à des acteurs privés qui contribuent ainsi à la production de biens publics. Les BPM sont des biens dont le produit et les coûts dépassent les frontières géopolitiques et traversent les générations.

D'après Requier-Desjardins et Caron, 2005.

L'essence du concept de développement durable est de répondre aux besoins fondamentaux des hommes tout en préservant les services naturels essentiels à la vie sur Terre (Kates *et al.*, 2001). Ce concept intègre le fait que notre économie est limitée par la capacité de fonctionnement des écosystèmes de la biosphère. Il ne s'agit pourtant pas d'un sacrifice dans la qualité de vie au profit de la conservation de la nature. Au contraire, le développement économique local durable est corrélé avec l'augmentation du bien-être des populations locales et avoisinantes.

Afin de restaurer et améliorer les relations entre les hommes et l'environnement naturel, il est important de :

- dissocier les concepts de croissance économique (augmentation de la 'taille' de l'économie) et de développement économique (augmentation de la qualité de vie pour une 'taille' constante de l'économie) ;
- tenir compte des limites fonctionnelles des écosystèmes de la planète.

Aujourd'hui, le facteur limitant pour notre économie n'est plus le capital manufacturé mais le capital naturel. Puisque la logique économique veut que l'on investisse dans le facteur limitant (Aronson *et al.*, 2006a ; Costanza et Daly, 1992), de nos jours, les intérêts de la société nécessitent un investissement important dans la restauration du capital naturel. Pour favoriser cet investissement, différentes méthodes d'évaluation économique du capital naturel et des biens et services qui en découlent ont été élaborées. Elles sont abordées dans le chapitre consacré aux bénéfices socio-économiques de la restauration du capital naturel en zones arides (page 18). Auparavant, les concepts relatifs à la pratique de la restauration du capital naturel en zones arides sont décrits dans le prochain chapitre.



À l'orée du village, une fabrique de briques artisanales faites à partir de terre battue et de pailles mélangées à de l'eau. Les briques sont ensuite séchées au soleil.

Région de Sikasso, Mali.

M. Dukhan © IRD

Qu'est-ce que la restauration du capital naturel ?

La restauration du capital naturel est une nouvelle approche de gestion qui repose sur l'interdépendance entre le bien-être des populations humaines et la santé des écosystèmes. Dans le cadre de la lutte contre la désertification, la restauration des biens et services caractéristiques des milieux arides et semi-arides est essentielle.

La restauration du capital naturel : santé des écosystèmes et bien-être humain en milieux arides et semi-arides

La restauration du capital naturel (RCN) correspond à toutes les activités qui intègrent l'augmentation ou l'investissement dans les stocks du capital naturel dans le but d'augmenter le flux de biens et services naturels tout en améliorant les aspects relatifs au bien-être humain (Aronson *et al.*, 2006). À l'instar de l'écologie de la restauration, la RCN a pour intention l'amélioration de la santé et de la capacité de **résilience** des écosystèmes (Clewell et Aronson, 2006, 2007). Cependant, la RCN répond également aux attentes socio-économiques des hommes.

La RCN peut inclure, mais n'est pas limitée à :

- la restauration des écosystèmes terrestres et aquatiques ;
- l'amélioration écologique durable des terres soumises aux pratiques agricoles ou à toutes autres activités de gestion ;
- la promotion de l'utilisation durable des ressources biologiques ;
- la mise en place ou mise en valeur des activités et comportements socio-économiques qui incorporent des considérations environnementales et la gestion durable du capital naturel dans leurs activités habituelles.

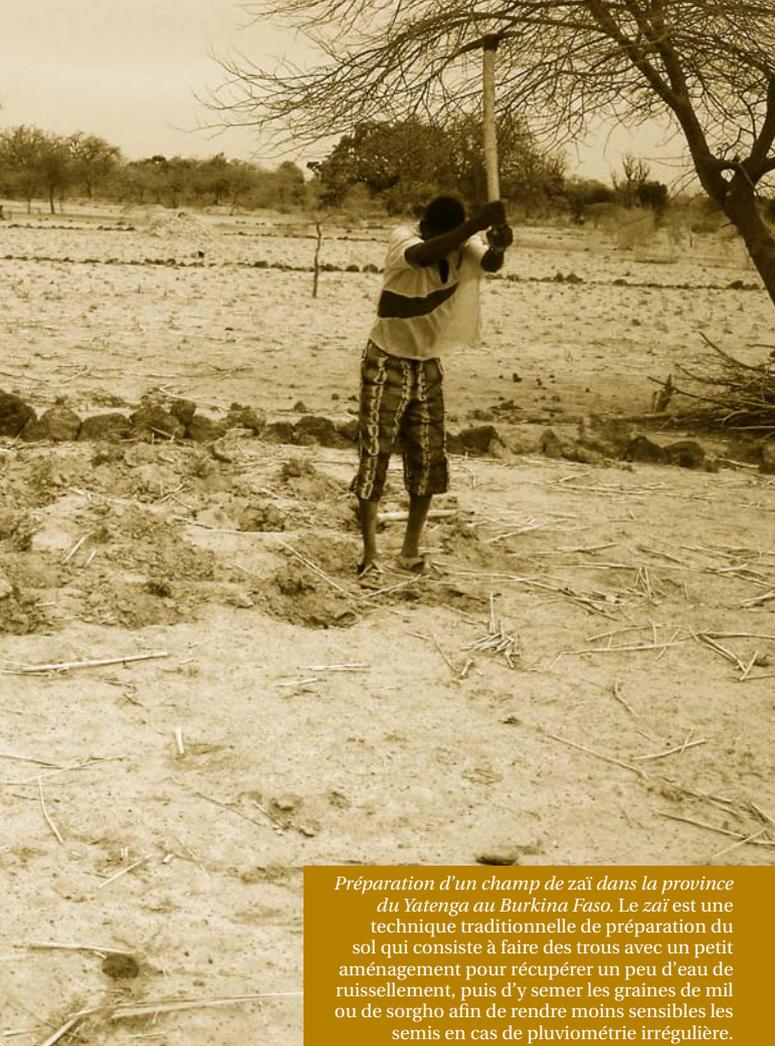
Comme il a été dit précédemment, la restauration écologique a pour but le rétablissement de la productivité et l'amélioration de la biodiversité, de la stabilité et de la capacité de résilience des écosystèmes dégradés. Ceci peut être réalisé à travers la restauration des fonctions (*i.e.* ensemble des biens et services) des écosystèmes.

Il est difficile d'identifier le rôle majeur que jouent ces fonctions sur la stabilité des sociétés humaines avant que celles-ci ne soient dégradées. Un moyen de mettre en évidence leur importance est d'identifier les effets consécutifs à leur dégradation. En milieux arides et semi-arides, Le Houérou (1995) résume les conséquences écologiques de la désertification en huit effets :



1. Réduction de la production de matière organique et d'incorporation à la litière ; ce qui entraîne une baisse de la productivité et de la fertilité des sols et des écosystèmes.
2. Mise en place d'une croûte de battance : pellicule qui se forme à la surface des sols dénudés sous l'impact des gouttes de pluie et empêche la pénétration de l'eau et des graines dans le sol.
3. Mise en place d'une pellicule biologique : croûte d'algues, de lichens ou de mousses qui joue un rôle comparable à la croûte de battance.
4. Érosion mécanique sèche due à l'entraînement des particules le long des pentes sous l'effet de la pesanteur. Elle résulte de labours répétés sur de fortes pentes.
5. Érosion éolienne.
6. Dépôt éolien : formation de dunes de sable ou d'argile suite à l'érosion éolienne.
7. Érosion hydrique.
8. Salinisation d'origine anthropique : phénomène résultant d'une irrigation inadaptée qui entraîne la stérilisation des sols.

La restauration de ces fonctions est un processus complexe. Des cadres conceptuels de travail, ou modèles, existent pour faciliter la compréhension et la communication entre les différents acteurs de la restauration. Par exemple, le modèle TTRP, proposé par Tongway et Ludwig (2007a et b), a prouvé son utilité dans la résolution de problèmes environnementaux en Australie.



Préparation d'un champ de zaï dans la province du Yatenga au Burkina Faso. Le zaï est une technique traditionnelle de préparation du sol qui consiste à faire des trous avec un petit aménagement pour récupérer un peu d'eau de ruissellement, puis d'y semer les graines de mil ou de sorgho afin de rendre moins sensibles les semis en cas de pluviométrie irrégulière.
E. Hien © IRD

Zoom

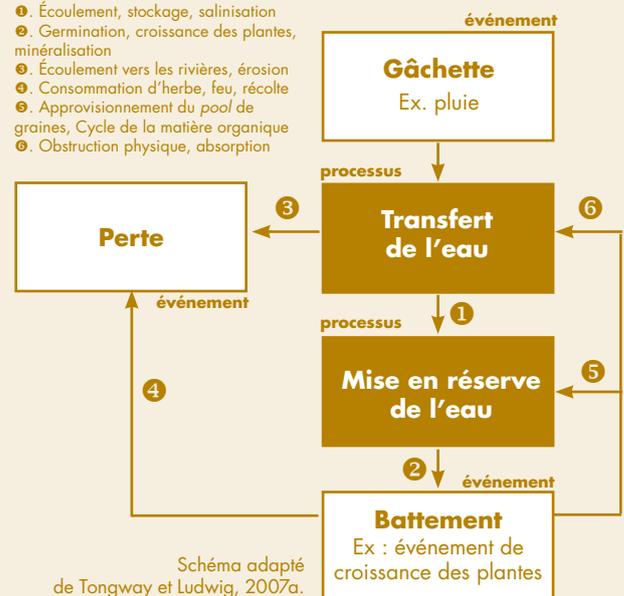
Le modèle TTRP ou comment fonctionne un écosystème pastoral en zone semi-aride

Pour faciliter la restauration des fonctions de paysages pastoraux en zones semi-arides, Tongway et Ludwig ont mis en place un cadre de travail conceptuel. Ce modèle est appelé « *Trigger-Transfer-Reserve-Pulse* » (TTRP) (« gâchette – transfert – réserve – battement »). Il est basé sur deux caractéristiques principales des régions semi-arides : (i) une forte hétérogénéité spatiale et temporelle de la disponibilité des ressources et (ii) une pluviosité faible et imprévisible.

Le modèle TTRP met en évidence certains processus à travers lesquels le capital naturel est formé. Il permet une représentation simplifiée des étapes de sa formation. Il permet ainsi d'identifier à quel 'niveau' la restauration peut préférentiellement avoir lieu. Un événement « gâchette », comme une pluie, initie les processus de transfert de l'eau : la perte ③ et la mise en réserve ①. Si les réserves en eau sont suffisantes, la croissance des plantes, accompagnée de production animale et de minéralisation microbienne, est initiée ②. De nombreux processus biologiques, chimiques et physiques sont alors enclenchés tels que la formation de matière organique, la fixation de l'azote, la séquestration du carbone, les activités microbiennes et de la macrofaune ainsi que la transformation des nutriments du sol. Ces processus permettent l'augmentation, la transformation et le recyclage du capital naturel ⑤. La création

Exemples de processus mis en jeu

- ①. Écoulement, stockage, salinisation
- ②. Germination, croissance des plantes, minéralisation
- ③. Écoulement vers les rivières, érosion
- ④. Consommation d'herbe, feu, récolte
- ⑤. Approvisionnement du *pool* de graines, Cycle de la matière organique
- ⑥. Obstruction physique, absorption



de pores et de galeries par la macrofaune, par exemple, favorise l'infiltration et la disponibilité en eau ainsi que la respiration racinale et microbienne. De plus, d'autres procédés biophysiques tels que la formation de « patches » de végétation réduisent la perte en eau et favorise sa rétention après un événement « gâchette » ⑥.

D'après Tongway et Ludwig, 2007a et b.

La restauration écologique des fonctions des écosystèmes en milieux arides et semi-arides doit principalement être focalisée sur la restauration des flux hydriques, de la fertilité des sols et du couvert végétal. De manière générale, les projets de restauration liés à la lutte contre la désertification consistent à réintroduire des plantes résistantes à de forts taux de salinité, à la sécheresse et à la pression de pâturage. Cependant, plusieurs tentatives à grandes échelles n'ont pas réussi car les gestionnaires négligeaient des problèmes liés aux sols et aux flux hydriques. De plus, très souvent, ils ne prêtaient pas assez d'attention aux conditions socio-économiques du site (comme ce fut le cas, par exemple, dans les projets mis en place durant les années 70 de « barrages verts » en Algérie, Mainguet et Dumay, 2006). La restauration écologique est un processus complexe qui requiert la participation de nombreuses personnes ayant souvent des visions différentes d'un écosystème restauré et parfois des intérêts conflictuels (SER, 2002). De fait, chaque projet de restauration doit être conçu et programmé en fonction du contexte local. Le support et la participation des populations locales sont absolument indispensables au bon déroulement d'un projet de RCN. L'intérêt et le soutien local doivent être suscités par la mise en avant des bénéfices issus de la restauration (SER, 2002).

Pour favoriser l'implantation de projets de RCN, il est important d'insister sur la restauration d'une relation bénéfique mutuelle entre les hommes et l'environnement. Ceci commence par la définition et la communication sur les concepts de biens et services naturels.

Les biens et services des écosystèmes en zones arides et semi-arides

Les populations humaines en zones arides et semi-arides sont particulièrement dépendantes des biens et services des écosystèmes pour satisfaire leurs besoins les plus fondamentaux. Les habitants se procurent l'essentiel de leurs revenus à travers l'exploitation des ressources naturelles. Il y a très peu de vente de produits manufacturés. Il existe donc une forte dépendance de la population au capital naturel et aux changements climatiques (Requier-Desjardins, 2007). Par exemple, la production de céréales, de bétail, de produits laitiers, de bois de chauffe et de matériaux pour la construction dépend de la productivité végétale, elle-même dépendante des contraintes en eau.

De manière générale, les services rendus par les écosystèmes se divisent en quatre catégories : les services de régulation des processus écologiques, les services de production de biens, les services de provision d'habitat/support de vie et les services d'information ou bénéfiques culturels.

Le tableau suivant, tiré du rapport de synthèse de l'évaluation des écosystèmes du Millénaire (*Millennium Ecosystem Assessment*, MEA) traitant de la désertification (MEA, 2005), fournit la liste des services naturels clés en zones arides et semi-arides.

La dégradation et la diminution des biens et services naturels ont un coût socio-économique évident pour les populations humaines à travers la détérioration des conditions de vie. Afin d'augmenter ces services, il est nécessaire d'évaluer financièrement (1) l'impact de leur dégradation et (2) les coûts et bénéfices liés aux projets visant la restauration durable des écosystèmes (Requier-Desjardins, 2007 ; Requier-Desjardins, Bied-Charreton M., 2006). Ceci peut être réalisé à travers la mesure de la qualité et de la quantité des biens et services rendus par les écosystèmes. Dans le but de faciliter la discussion entre écologues et économistes, on parle alors de mesure du stock de capital naturel. Les notions de base relatives à l'évaluation financière du capital naturel sont discutées dans le chapitre suivant.

Services clés des écosystèmes en régions sèches

D'après MEA, 2005.

Services d'approvisionnement	Services de régulation	Services culturels
<ul style="list-style-type: none"> • Produits dérivés de la production biologique : nourriture, bois, fibres, bois de chauffe, médicaments • Eau potable 	<ul style="list-style-type: none"> • Régulation et purification de l'eau • Pollinisation et dispersion des graines • Régulation climatique locale (par le biais du couvert végétal) et globale (par la séquestration du carbone) 	<ul style="list-style-type: none"> • Loisir et tourisme • Identité et diversité culturelle • Paysages et patrimoine culturel • Savoir traditionnel • Services spirituels, esthétiques et intellectuels
Services de maintien		
<ul style="list-style-type: none"> • Formation et conservation du sol • Production primaire • Cycle de formation des nutriments 		

Exemple

Restauration du capital naturel des brousses tigrées en Australie

Un projet de restauration du capital naturel en zones semi-arides a eu lieu de 1996 à 2007 dans la partie ouest des Nouvelles-Galles du Sud en Australie. Son objectif principal était de restaurer un écosystème stable et productif afin d'assurer la viabilité économique des exploitations locales (élevage bovin). Pour cela, il était nécessaire de restaurer les fonctions du paysage pastoral en intégrant simultanément les principes de l'écologie et de l'économie.

Le paysage y est constitué naturellement de « brousses tigrées ». Ce type d'écosystème existe également en Afrique de l'Ouest et au Mexique. La végétation est structurée en bandes boisées et herbeuses alternées de sol nu. Cette structure typique des brousses tigrées permet une distribution optimale des ressources, notamment hydriques, et donc la formation d'un paysage productif.

Le paysage est dégradé dans cette zone par le piétinement et le surpâturage des troupeaux. Cette situation est courante dans les zones situées près des points d'eau artificiels où les troupeaux traversent et broutent tous les jours. Au fur et à mesure, les processus fonctionnels de la brousse tigrée disparaissent, empêchant ainsi le stockage de l'eau dans le sol et favorisant la désertification du milieu. Finalement, ces zones de pâturage deviennent très peu productives et restent dominées par des espèces de plantes éphémères, de basse qualité nutritive, qui poussent par « à-coup » en réponse aux pluies occasionnelles.

Les deux photographies suivantes illustrent d'une part un paysage fonctionnel de brousse tigrée où le capital naturel est formé et stocké, et, d'autre part, un paysage dégradé où le capital naturel est perdu à travers l'érosion du sol et la mortalité des plantes.



▲ Cette photo représente un paysage où beaucoup moins d'eau est stockée dans le sol au cours du temps. C'est un paysage qui se désertifie et où les arbres vont finir par disparaître. La zone herbeuse est dominée par des espèces éphémères à faible valeur énergétique qui poussent rapidement après une pluie. L'écosystème est totalement dysfonctionnel et le capital naturel est perdu au cours du temps (à travers la mortalité des plantes ou l'érosion du sol).

D'après *Ecological Restoration* par Andre F. Clewell et James Aronson. Copyright © 2007 par les auteurs. Reproduit avec la permission d'Island Press, Washington, D.C.



▲ La disposition en bandes transversales du mulga à travers les contours du paysage a permis la capture efficace des ressources et la restauration d'une région abîmée.

D'après *Ecological Restoration* par Andre F. Clewell et James Aronson. Copyright © 2007 par les auteurs. Reproduit avec la permission d'Island Press, Washington, D.C.

Dans le but de stopper le processus de désertification, un projet de restauration du capital naturel a été développé en accord avec les propriétaires de troupeaux. Il se basait sur le modèle TTRP développé dans l'encadré page 15. Le projet devait être facilement applicable, peu coûteux, et compatible avec les pratiques des fermiers. Il fut donc décidé de rétablir les fonctions de base sur une zone test en utilisant comme modèle les processus écologiques et hydrologiques existant dans la zone non dégradée. La plante dominante de la bande boisée, le mulga (*Acacia aneura*), fut utilisée pour rétablir la structure physique de l'écosystème sur une zone test. Des branches de mulga ont été empilées le long des cordes de manière à capturer les matériaux lessivés par la pluie et apportés par le vent. La bande boisée fut donc rétablie artificiellement. L'accumulation de matériel capturé encouragea l'établissement d'une nouvelle population de plantes pérennes. Celles-ci, partiellement protégées par la structure épineuse du mulga, furent ainsi capables de supporter la pression habituelle du pâturage.

Dix années plus tard, la densité du couvert végétal ainsi que les propriétés du sol ont été rétablies sur la zone test. Un tel succès dans le rétablissement du couvert végétal signifie aussi que le pool de graines dans le sol n'était pas limité.

Des branches de mulga sont parfois débitées par les propriétaires de troupeaux dans le but de réduire la compétition entre cette espèce et celles appréciées par le bétail pour l'accès aux nutriments. Les éleveurs peuvent donc facilement modifier leurs méthodes habituelles de stockage pour disposer les branches débitées de mulga sur les zones dégradées. Grâce à cette technique, la productivité du pâturage augmente.

Cette étude montre qu'une légère modification des pratiques de gestion peut parfois s'avérer efficace. La simple disposition des branches de mulga en bandes transversales a permis une capture efficace des ressources et la réversion du processus de désertification. Ceci a engendré des bénéfices économiques pour les éleveurs tout en maintenant/augmentant la biodiversité.

D'après Tongway et Ludwig, 2007a et b.

Les bénéfices socio-économiques de la restauration du capital naturel dans les zones arides



Le coût économique, social et environnemental de la désertification est très difficile à évaluer et peu d'études ont été réalisées à ce sujet (Requier-Desjardins, 2007). Les aspects socio-économiques de la restauration du capital naturel dans les zones touchées par la désertification sont donc évoqués ici d'un point de vue général. En revanche, les exemples présentés dans ce chapitre illustrent des méthodes d'application de l'approche RCN qui peuvent être appliquées dans le cadre spécifique de la lutte contre la désertification.

Évaluation monétaire du capital naturel et de sa restauration

Pour favoriser la mise en œuvre de projets de restauration des écosystèmes dégradés, deux types d'approche permettent d'établir le bien-fondé de cette restauration d'un point de vue monétaire : (1) l'évaluation du coût de la dégradation et (2) l'évaluation des coûts et des bénéfices de la restauration.

Le dossier thématique du CSFD n°5 (Requier-Desjardins, 2007) procure un récapitulatif des différentes méthodes d'évaluation du coût macro-économique de la désertification en Afrique. Par exemple, afin d'évaluer la diminution de la productivité des cultures, une évaluation du coût de remplacement des nutriments dans le sol par des engrais commerciaux a été réalisée au Mali. Cette méthode est pertinente uniquement si le capital naturel peut-être remplacé par un substitut manufacturé. Cette substitution a, bien sûr, des limites.

Une autre méthode, issue du *Millenium Ecosystem Assesment* (MEA, 2003), consiste à évaluer les coûts de la désertification en fonction de la division de l'espace rural selon ses usages économiques principaux (agriculture, forêt, etc.). Cela revient à évaluer le coût de la perte des services naturels en termes d'approvisionnement en nourriture et en bois. Ces méthodes, généralement peu précises, puisqu'elles reposent sur des prix de référence très variables et des modèles assez simplifiés, peuvent

cependant fournir des arguments économiques plus ou moins convaincants en faveur de la restauration du capital naturel.

Dans la lignée du *Millenium Ecosystem Assessment*, les approches d'évaluation économique en termes de services rendus par les écosystèmes sont de plus en plus utilisées dans le cadre de la RCN au niveau local.

L'évaluation monétaire du capital naturel n'est pourtant pas aisément quantifiable. Beaucoup de services naturels n'ont 'pas de prix' au sens figuré, puisqu'ils sont indispensables à la vie sur Terre, et, au sens propre, puisqu'ils n'ont pas de valeurs sur le marché économique. En effet, pour les raisons que nous avons évoquées précédemment, dont la non exclusivité et la non rivalité, l'évaluation monétaire de la majeure partie du capital naturel et de sa restauration n'est pas compatible avec les théories économiques classiques. Cependant, l'Homme a toujours attribué des valeurs à certains aspects de la Nature y compris les services naturels. Il est donc possible d'intégrer ces valeurs 'non monétaires' aux lois du marché économique (Rees *et al.*, 2007) par la création, par exemple, d'un marché fictif (**évaluation contingente**) ou la prise en compte du coût économique de la pollution (**internalisation des externalités**) (Requier-Desjardins, 2007).



Champs de mil au Niger.
P. Blanchon © IRD

Zoom

Économie et écosystèmes : le calcul du PIB

« Le PIB est probablement l'indicateur économique le plus important utilisé par les ministères de la finance dans le monde. Il correspond au total de tous les revenus (payés, salaires, intérêts) générés par la production de biens et services manufacturés en une année. Alors qu'il est largement interprété comme un indicateur de la qualité de vie, le PIB est en réalité un concept étroit qui représente seulement une mesure de l'activité économique totale sur une période donnée. C'est pourquoi le PIB a été beaucoup critiqué par les analystes et les théoriciens de l'environnement, car il mesure les « bons » côtés et non les « mauvais » associés à la production et qu'il n'y a donc aucun moyen de déterminer si l'économie est en train d'évoluer de manière durable » (citation de Hamilton, 1990, cité par de Groot, 1992).

Le PIB est mesuré par un nombre limité d'indicateurs économiques. Ces indicateurs sont principalement basés sur la mesure des biens et services manufacturés. Les biens et services naturels ne sont pas pris en compte. Pire, une augmentation de la qualité de vie telle qu'elle est mesurée par ce type d'indicateurs, se réalise souvent au détriment des biens et services naturels. La dégradation de l'environnement doit alors être prise en compte dans les systèmes de comptabilité nationaux. Ceci peut être réalisé, par exemple, à travers des déductions effectuées sur le PIB. Malgré le travail de nombreux spécialistes (Organisation des Nations Unies, Banque mondiale) depuis une vingtaine d'années, aucun consensus international n'a encore été formulé à ce sujet.

D'après de Groot, 1992 ; Marais *et al.*, 2007 ;
Requier-Desjardins, 2007.

La restauration du capital social : un complément essentiel de la RCN

Afin de consolider l'incorporation de l'écologie dans la planification et la prise de décision au niveau économique, c'est-à-dire « faire de l'économie où la nature compte » (Aronson *et al.*, 2007a), de nouveaux indicateurs doivent être développés afin de mettre en évidence l'interdépendance entre la santé des écosystèmes et la qualité de vie des populations humaines (de Groot, 1992).

Dans le cadre de l'approche RCN, l'augmentation du capital naturel est couplée à une augmentation du capital social. L'objectif est de favoriser l'acceptation par les populations locales d'une modification des méthodes de gestion des ressources naturelles. La RCN doit, en effet, préférentiellement provenir d'une demande locale plutôt que de directives nationales.

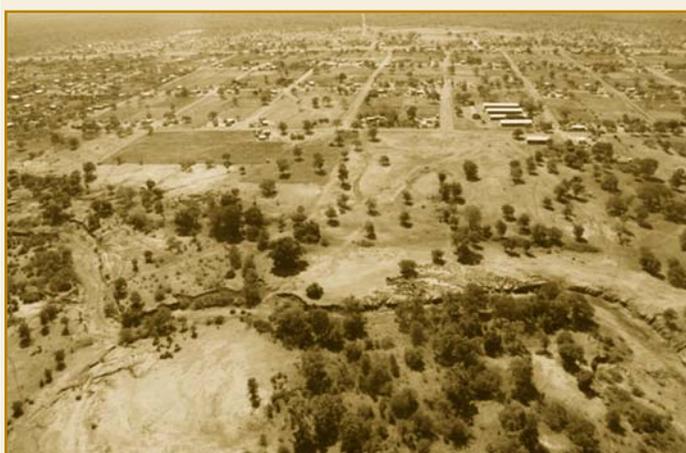
La mesure du bien-être des populations humaines est souvent, de manière erronée, assimilée au calcul du produit intérieur brut (PIB). Or, si le PIB est un excellent indicateur de la « taille » de l'économie nationale, il n'est absolument pas valable comme indicateur de la qualité de vie ou du bien-être (Prescott-Allen, 2001).

Alors que la dégradation des écosystèmes soulève des problématiques économiques et sociales de plus en plus marquées (MEA, 2005), la relation entre la qualité des biens et services environnementaux et la qualité de vie des populations humaines est progressivement mise en avant. De nouveaux systèmes de calcul du bien-être des populations sont construits en termes économiques, sociaux et écologiques. Ainsi, l'indice de qualité environnementale (de Groot, 1992) ainsi que le « *Well-being Index* » (WI) sont de nouveaux indicateurs pour lesquels la qualité de vie des populations diminue avec celle des écosystèmes. Dans ce contexte, les hommes reconnaissent que leur bien-être et le futur développement de leurs sociétés sont inextricablement liés au bon fonctionnement des écosystèmes (Prescott-Allen, 2001).

Exemple

Évaluation monétaire du capital naturel en Afrique du Sud

Cette évaluation monétaire des futurs bénéfiques d'un projet de restauration du capital naturel a été menée en 2007 en Afrique du Sud dans le Bushbuckridge (BBR), district de la province du Limpopo. L'objectif était de déterminer les avantages économiques d'un projet de conservation et de restauration participatif du capital naturel par rapport à un système de subsistance agricole classique. Le BBR comprend 235 ha dont 184 ha de terres communales. Les 500 000 membres de la communauté utilisent ces terres pour la cueillette et l'élevage (pas de culture ni d'habitation). Ces terres communales ont fait partie des tristement célèbres 'réserves' pour africains noirs lors du régime de l'apartheid. La majorité des dégradations a eu lieu à cette époque lorsque les habitants, maintenus isolés, étaient forcés d'exploiter leur environnement de manière non durable pour subvenir à leurs besoins. Depuis 1994, une démocratie stable a remplacé l'apartheid. Cependant, la majorité des habitants de cette région vit toujours de manière précaire dans un environnement dégradé.



▲ Dans la province du Limpopo, la plupart des dégradations se situent près des rivières (ici la rivière Klein Letaba). De telles dégradations affectent la quantité et la qualité de l'eau disponible, la fertilité du sol et la biodiversité.

D'après Ecological Restoration par Andre F. Clewell et James Aronson. Copyright © 2007 par les auteurs. Reproduit avec la permission d'Island Press, Washington, D.C.

Dans le but d'améliorer la qualité de vie dans la zone communale, un plan de restauration a été proposé. Ce projet suggère l'intégration de cette zone au parc naturel protégé adjacent. La zone communale du BBR jouxte, en effet, la zone Rooibos Bushveld du *Kruger National Park* (KNP). Ces deux zones ont le même climat. Elles ont partagé la même végétation et les mêmes communautés animales avant que celles-ci ne soient totalement décimées dans le BBR. Le KNP est une aire protégée de catégorie II (UICN, Union mondiale pour la nature) ; l'élevage et la cueillette ne sont donc pas autorisés. En revanche, le tourisme y est une activité extrêmement lucrative.

Le projet de restauration du capital naturel proposé consiste à intégrer la zone communale du BBR au KNP en tant qu'aire protégée de catégorie VI (UICN). La cueillette à taux durable y serait donc autorisée mais pas l'élevage. Ce projet est à priori soutenu par les habitants. Une estimation de la valeur économique potentielle (sous les conditions de restauration proposées) et actuelle des biens et services naturels à usage direct de la zone communale a été réalisée en fonction (1) de la valeur des stocks de capital naturel présent, (2) de la valeur d'usage direct des biens (produits issus de la vente) et des services (tourisme) et (3) de la valeur d'usage indirect des biens et services environnementaux actuels (recyclage des nutriments dans le sol, séquestration du carbone) et potentiels (ou valeur d'existence). Seul l'aspect 2 est discuté ci-dessous (pour plus de détails sur les aspects 1 et 3, voir Bignaut et Loxton, 2007).

La valeur de chaque ressource est estimée selon son taux de récolte multiplié par sa valeur d'achat sur le marché. Le taux de récolte potentiel sur l'ensemble de la zone communale (si celle-ci était intégrée au KNP) est limité par des conditions strictes de durabilité. Ce taux ne doit pas dépasser le taux de production de la biomasse. Le taux de production de la biomasse totale au KNP a été estimé à 3% par an, la moitié de cette production étant constituée de fruits consommables. Le taux potentiel de récolte pour la zone du BBR est donc estimé entre 0,5 à 1% par an dans le cas où celle-ci serait intégrée au parc. Le taux de 1% est attribué à la plupart des produits (principalement des produits de consommation courante et de construction) et le taux de 0,5% est attribué aux produits ayant des options de vente plus limitées (produits manufacturés et médicinaux).

Capital naturel	BBR (situation actuelle)		BBR (situation potentielle)		Différence
	Millions USD*	USD*/ha	Millions USD*	USD*/ha	
Bois de chauffe	5,7	31,2	3,5	18,9	-12
Bois de construction	2,7	14,7	4,4	24,0	9
Produits dérivés	0,25	1,3	51,2	278,2	277
Médicaments	4,8	25,6	47,1	255,4	229
Fruits et légumes	9,3	50,4	1,5	8,2	-42
Chaume	7,0	38,0	0,61	3,2	-35
Troupeau	9,4	50,9	0	0	-51
Animaux sauvages	0	0	4,3	23,4	23,4
Total	39,15	212,1	112,61	611,3	398,4

Les valeurs monétaires correspondent aux valeurs de l'année 2002/2003.
* USD : dollar américain

La valeur économique actuelle des ressources récoltées à usage direct est estimée à 212,1 USD/ha. Les principaux revenus sont issus de la vente de bétail, de fruits et légumes, de chaume et de bois de chauffe. La valeur économique potentielle des ressources récoltées à usage direct est estimée à 611,3 USD/ha. Les principaux revenus sont issus de la vente de produits médicinaux et manufacturés qui possèdent une forte valeur ajoutée. Ces valeurs économiques sont des estimations. C'est pourquoi un scénario alternatif, où les valeurs potentielles estimées sont divisées par 2, est proposé. On obtient alors un taux de retour économique de 305,65 USD/ha. On peut ajouter à cela le potentiel touristique de la zone communale après son intégration éventuelle au KNP. La valeur économique du tourisme dans la zone Rooibos Bushveld est évaluée à 98 USD/ha. Celle-ci est actuellement nulle dans la zone communale du BBR.

Les estimations montrent que la valeur économique actuelle du BBR est de 212,1 USD/ha tandis que sa valeur économique potentielle

est, au strict minimum, de 305,65 USD/ha. Cette valeur est sous-estimée car elle ne tient pas compte de la valeur touristique ajoutée ni des aspects (1) et (3) de l'évaluation évoquée précédemment. Lorsque l'ensemble de ces aspects est pris en compte, la valeur économique totale estimée est de 837,48 USD/ha (et 491,32 USD/ha pour un scénario alternatif minimum).

Cette étude montre que le type d'usage proposé pour la zone communale du BBR a une valeur économique potentielle supérieure à sa valeur actuelle. Cette étude est basée sur l'hypothèse que la zone puisse être intégrée au KNP, sans changement de propriétaires et avec une autorisation de récolte durable des ressources naturelles. Les habitants du BBR étant favorables à cette intégration, cette évaluation monétaire peut éventuellement aider à la réalisation de ce projet.

D'après Blignaut et Loxton, 2007.



Fleur de la famille des Proteacées.
Afrique du Sud
C. Lévêque © IRD

Comment la dégradation de l'environnement affecte-t-elle les populations humaines ? Et comment la restauration du capital naturel peut-elle engendrer une amélioration du bien-être social ? La restauration des écosystèmes dégradés dans les pays « pauvres » ne pourra bénéficier d'un support local que si elle apporte des réponses claires à ces questions (Aronson *et al.*, 2006b ; Aronson *et al.*, 1993).

L'interdépendance entre la qualité de vie et celle des écosystèmes est progressivement mise en avant aux niveaux national et international à travers des études comme celle présentée dans l'encadré page 23 (exemple de la Tunisie), et l'élaboration de nouveaux indices de bien-être. Au niveau local, les projets ciblés de RCN permettent de rétablir de manière effective une relation saine et respectueuse des hommes avec leur environnement.

Zoom

Calcul du « Well-being Index » : l'exemple du Mali

Le « Well-being Index » (WI) de Prescott-Allen, ou indice du bien-être, est construit à partir de l'intégration de deux composantes : un indice du bien-être des populations humaines *sensu stricto* (ou « Human Well-being Index », HWI) et un indice du bien-être des écosystèmes (ou « Ecosystem Well-being Index », EWI).

Le calcul du HWI intègre un ensemble de données regroupées en quatre thèmes : la communauté, l'équité, la santé et le savoir-faire.

Le calcul de l'EWI intègre un ensemble de données regroupées en cinq thèmes : l'air, les terres, l'utilisation des ressources naturelles, les espèces et les gènes ainsi que l'eau.

La structure du WI du Mali est fournie ci-dessous à titre d'exemple. On peut voir que le WI est situé à la limite de la zone marron foncé (mauvais) et de la zone marron clair (pauvre). Sur l'axe vertical de la figure, la 'bulle' communauté (c) tire le HWI vers le haut. Ceci est dû à la présence d'une démocratie stable et d'une

liberté d'expression bien instaurées depuis les années 90. Les données relatives aux droits de l'homme sont dans l'ensemble positives. Bien que cette tendance soit à modérer, étant donné la présence d'événements occasionnels de violence entre les communautés ainsi que de brutalité (voire de torture) policière. Les chiffres relatifs aux autres dimensions sont plutôt faibles et tirent l'indice vers le bas. Ceci est dû aux mauvaises conditions sanitaires, à une sous-nutrition élevée, à un taux de mortalité infantile très élevé et à une scolarisation faible.

En parallèle, sur l'axe horizontal de la figure, l'amélioration de la qualité de vie au Mali est entravée par le mauvais état des terres et de la qualité en eau (très à gauche sur la figure). Il y a, en effet, une forte pollution des rivières et des nappes souterraines alors que 40 pour cent des terres cultivées sont modérément à fortement dégradées.

D'après Prescott-Allen, 2001.

Structure du bien-être au Mali

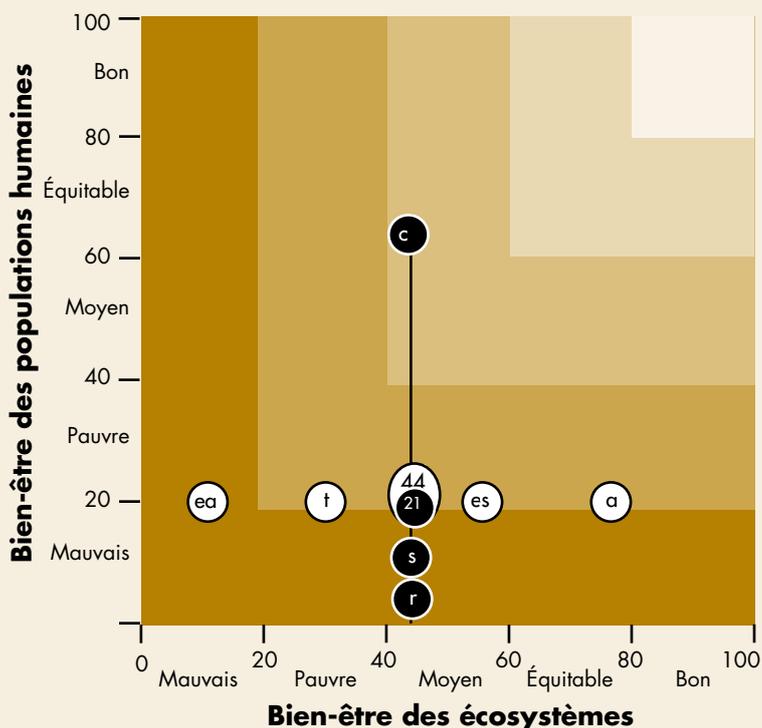
Les cercles noirs montrent les points sur l'échelle des dimensions humaines.

c = communauté, e = équité, s = santé et population, co = connaissance, r = richesse.

Les cercles blancs montrent les points des dimensions des écosystèmes.

a = air, t = terre, u = utilisation des ressources, es = espèces et gènes, ea = eau.

Une dimension est derrière une autre (la connaissance est derrière la richesse). Le HWI malien exclut l'équité et son EWI exclut l'utilisation des ressources. En effet, 'équité' et 'utilisation des ressources' les auraient augmenté artificiellement.



Exemple

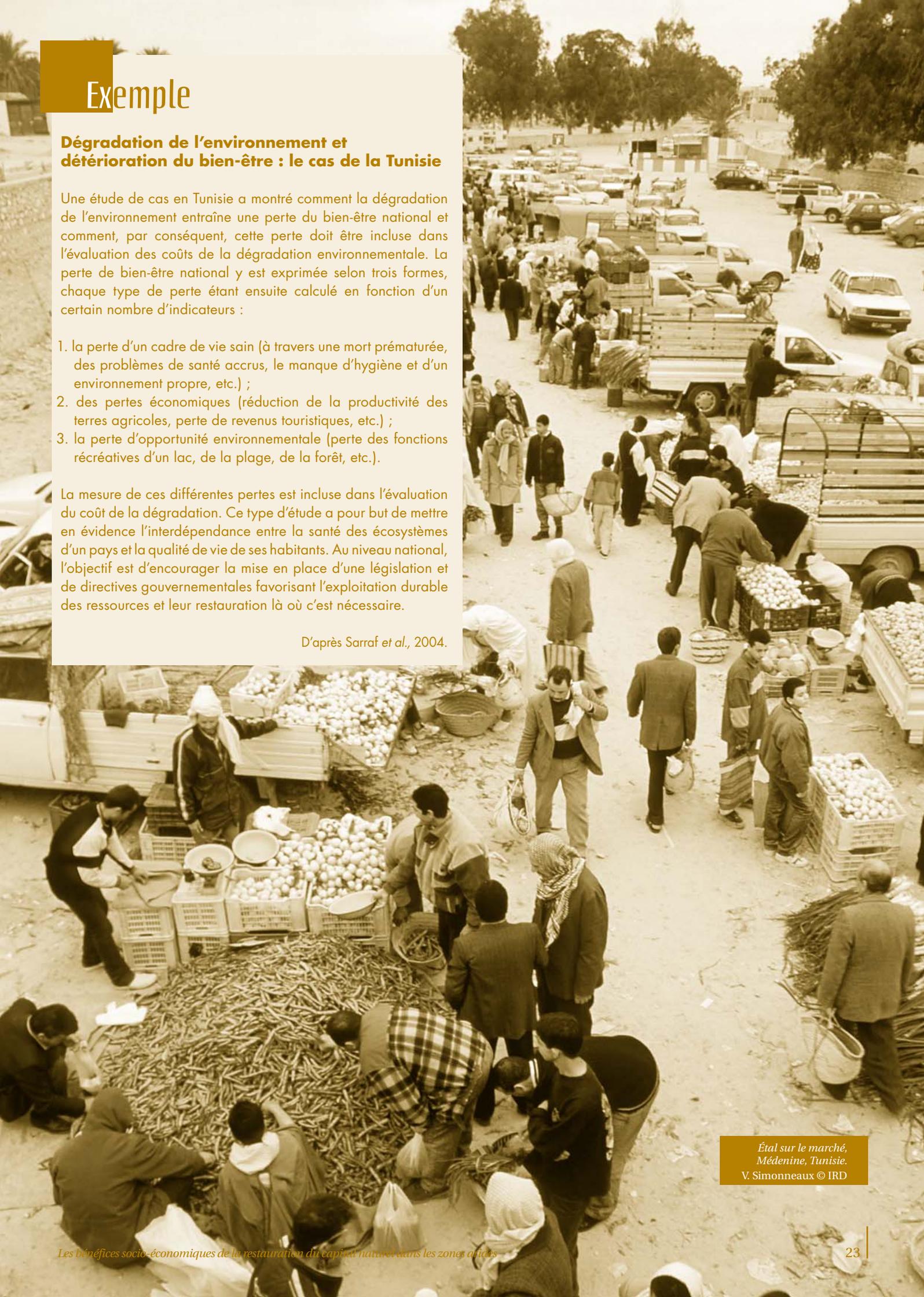
Dégradation de l'environnement et détérioration du bien-être : le cas de la Tunisie

Une étude de cas en Tunisie a montré comment la dégradation de l'environnement entraîne une perte du bien-être national et comment, par conséquent, cette perte doit être incluse dans l'évaluation des coûts de la dégradation environnementale. La perte de bien-être national y est exprimée selon trois formes, chaque type de perte étant ensuite calculé en fonction d'un certain nombre d'indicateurs :

1. la perte d'un cadre de vie sain (à travers une mort prématurée, des problèmes de santé accrus, le manque d'hygiène et d'un environnement propre, etc.) ;
2. des pertes économiques (réduction de la productivité des terres agricoles, perte de revenus touristiques, etc.) ;
3. la perte d'opportunité environnementale (perte des fonctions récréatives d'un lac, de la plage, de la forêt, etc.).

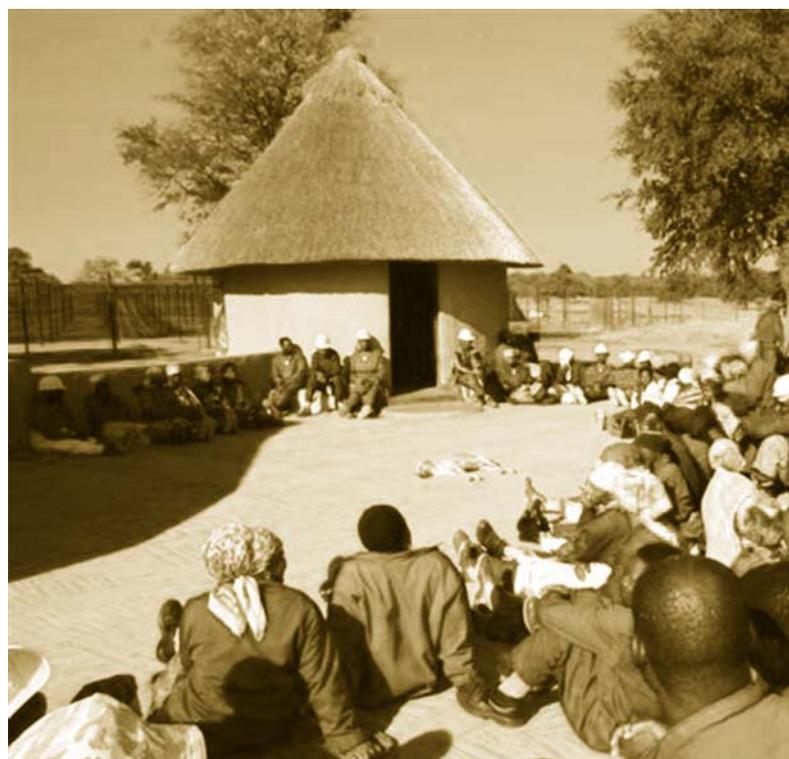
La mesure de ces différentes pertes est incluse dans l'évaluation du coût de la dégradation. Ce type d'étude a pour but de mettre en évidence l'interdépendance entre la santé des écosystèmes d'un pays et la qualité de vie de ses habitants. Au niveau national, l'objectif est d'encourager la mise en place d'une législation et de directives gouvernementales favorisant l'exploitation durable des ressources et leur restauration là où c'est nécessaire.

D'après Sarraf *et al.*, 2004.



Étal sur le marché,
Médenine, Tunisie.
V. Simonneaux © IRD

Faut-il investir dans la RCN en zones arides ?



La restauration du capital naturel d'un site repose sur un équilibre fragile entre de nombreux facteurs écologiques et socio-économiques. L'objectif principal doit être de maximiser les bénéfices socio-économiques et environnementaux dans le cadre du développement durable. Certains domaines de la RCN restent à approfondir, en particulier l'élaboration des méthodes d'évaluation du succès des projets de restauration et la clarification des mécanismes de financement potentiel de ces projets.

Évaluation du succès d'un projet de restauration

D'après la Société Internationale pour la Restauration Écologique (SER, 2002), ce sont la nature de la dégradation, l'attitude du gouvernement, les attentes des populations locales et les contraintes biophysiques d'un site qui influencent, ensemble, la mise en place des objectifs et le choix de l'approche pour la restauration.

Le succès d'un projet de restauration dépend, en effet, de la pertinence avec laquelle les objectifs du projet répondent aux attentes socio-économiques des populations locales. C'est pourquoi poser la question du succès « écologique » de la restauration n'est pas suffisant pour assurer la viabilité d'un projet sur le long terme. Le succès d'un projet de restauration dépend aussi de son potentiel de développement économique et social (Cairns, 2000 ; Geist et Galatowitsch, 1999 ; Higgs, 1997).

L'évaluation du succès des projets de restauration sur le long terme est important pour (1) l'amélioration des projets en cours et (2) l'aide à la mise en place des projets futurs (Atkinson, 1994). La démonstration effective que les objectifs initiaux d'un projet de restauration ont été réalisés, permet, en effet, de gagner le soutien des investisseurs et du public pour la mise en place de nouveaux projets (Hobbs et Harris, 2001).

Cependant, les gestionnaires de projets RCN sont souvent confrontés au caractère incertain et imprévisible des processus de restauration mis en place (dû à la nature

même des processus écologiques), ainsi qu'au besoin de mettre en valeur les bénéfices souvent intangibles de la restauration. Ceci rend difficile la justification dans l'investissement de projet RCN et l'évaluation de son succès sur le court terme.

Les techniques d'évaluation multicritères sont progressivement développées pour l'aide et la justification de l'investissement dans la restauration du capital naturel. Les méthodes d'analyses multicritères consistent à choisir la meilleure stratégie disponible pour atteindre un set d'objectifs préalablement définis. Les motivations et les bénéfices de la RCN doivent donc être clairement mis en avant dès le début de la mise en oeuvre des projets.

L'analyse multicritères consiste en trois étapes (Rees *et al.*, 2007) :

1. travailler avec les différentes parties intéressées afin de définir (a) le but désiré pour un projet ou un programme, (b) les différents critères de succès et (c) l'importance (pondération) des différents critères d'évaluation ;
2. décider des différentes stratégies pour atteindre les objectifs, évaluer comment chaque stratégie répond aux critères de succès auparavant établis, et faire une sélection des meilleures stratégies ;
3. classer les différentes options et faciliter la mise en place de la stratégie finale.

On remarquera qu'il y a toujours des facteurs externes tels que la modification des valeurs exprimées par la communauté, de nouvelles informations ou des pressions politiques, qui peuvent influencer positivement ou négativement le bon développement d'un projet de RCN (Young *et al.*, 2007).



L'embauche de demandeurs d'emploi issus des communautés locales est un des objectifs du programme « Working for Woodland » en Afrique du Sud, dans la province du Limpopo. Les personnes sont activement recrutées et formées pour entreprendre des tâches spécialisées telles que la construction de clôtures pour la protection des sites de restauration, la mise en place de mesures pour le contrôle de l'érosion, l'enrichissement du sol, l'exclusion des espèces envahissantes, la récolte et le semis des graines de plantes indigènes ainsi que la propagation d'espèces d'arbres sélectionnées pour la plantation. D'après *Ecological Restoration* par Andre F. Clewell et James Aronson. Copyright © 2007 par les auteurs. Reproduit avec la permission d'Island Press, Washington, D.C.

En parallèle, les projets de restauration ont généralement des coûts initiaux élevés tandis que les bénéfices augmentent plus tard (Aronson *et al.*, 2007a ; Holl et Howarth, 2000 ; Requier-Desjardins, 2007). C'est pourquoi, les initiatives locales de restauration doivent être couplées avec des investissements publics et privés.

Le financement de la restauration

Les mécanismes de financement de la restauration sont généralement divisés en deux catégories : les mécanismes basés sur le concept de « pollueurs-payeurs » et ceux basés sur le concept de « bénéficiaires-payeurs ». Parfois les coûts sont partagés entre les deux catégories. La décision finale est politique et dépend des différentes attentes de chacune des communautés impliquées ainsi que des pouvoirs économiques en place.

La capacité d'un écosystème dégradé à se rétablir dépend de la nature, de l'ampleur et de la fréquence des impacts subis (SER, 2002). En milieux arides et semi-arides, la disponibilité en graines dans le sol, la structure et la fertilité du sol et les flux hydriques peuvent être très fortement affectés.

En parallèle, les températures extrêmes, le pâturage et le faible niveau d'humidité, entre autres, font que l'établissement des plantes est un phénomène très lent même en l'absence de perturbation. Les chances pour un écosystème dégradé de se rétablir sans l'intervention de l'homme sont donc très faibles même si le pâturage et toutes autres formes de perturbation sont stoppés (Bainbridge, 2007).

Les activités de restauration, même coûteuses, y sont donc particulièrement nécessaires.

La dégradation des terres en milieux arides et semi-arides n'est pas un problème exclusivement lié aux pays pauvres bien que, comme nous l'avons évoqué précédemment, des conditions de vie précaires peuvent fortement accentuer le processus. La désertification a un impact écologique et économique dans de nombreux pays, y compris les plus « riches ». Il en ressort que la mise en place de systèmes d'information et de législation dans les pays du Sud, comme du Nord, est essentielle pour éviter d'aboutir à ce type de situation extrême.



▲ Désertification résultant d'un surpâturage, Chihuahua, Mexique. À ce niveau de dégradation, très peu de biens peuvent être produits sans travaux de restauration.

D'après *A Guide for Desert and Dryland Restoration* par David Bainbridge. Copyright © 2007 par l'auteur. Reproduit avec la permission d'Island Press, Washington, D.C.

Exemple

Restauration participative et adaptative des zones communales en Afrique du Sud

Les habitants des zones communales sud-africaines sont très dépendants des ressources naturelles. Par exemple, la dégradation des terres peut conduire à une diminution sévère de la taille des troupeaux et de la disponibilité en bois de chauffe, de plantes médicinales ou de matériaux de construction. Ainsi, le village de Pikoli (Peddie District) voit la densité de deux variétés d'*Acaria karoo* (matériel préférentiel pour le bois de chauffe) diminuer de manière linéaire avec la distance au village. Les femmes, qui habituellement vont collecter le bois, doivent marcher plus longtemps et ont des difficultés à trouver des quantités suffisantes. Ou encore, les habitants de Macubeni (Cap Est) ne trouvent plus de quoi soigner leur bétail, les plantes médicinales étant devenues trop rares.

Ces exemples illustrent comment, de manière générale, la disponibilité en nourriture (et en eau) dans les zones rurales communales sud-africaines est de plus en plus compromise suite à la dégradation environnementale. La dégradation des terres communales est aussi associée à des problèmes socio-économiques à plus grande échelle, tels qu'une émigration importante et la perte d'estime de soi, du sens de l'identité locale et du savoir écologique traditionnel. La combinaison de ces différents effets négatifs agit sur la cohésion sociale et entraîne un désintéressement des institutions locales et un support gouvernemental réduit.

La restauration du capital naturel de ces zones est ici proposée pour atténuer les problèmes sociaux liés à la dégradation des terres. Cependant, la situation de précarité des habitants empêche le développement d'initiatives individuelles. La communauté et les institutions gouvernementales (et éventuellement non gouvernementales) doivent donc développer ensemble une stratégie de restauration.

Les communautés locales doivent tout d'abord réaliser que la raréfaction des ressources naturelles est due à (1) une surexploitation au niveau local, (2) la capacité réduite du gouvernement à fournir une assistance technique et (3) au changement climatique. En parallèle, l'approche de restauration doit être centrée sur (1) la capacité des écosystèmes à fournir des biens et services (ressources, productivité) et (2) leur capacité de résilience face aux changements climatiques.

Une méthode d'approche a été développée en 10 étapes pour une restauration participative et adaptative. Cette méthodologie a été élaborée pour la restauration des zones communales en Afrique du Sud. Cependant les concepts sous-jacents sont généraux.

1. Conceptualiser un modèle intégré du système écologique et socio-économique que l'on souhaite restaurer.
2. Combiner les sources d'information et de savoir formelles (télé-détection) et informelles (traditionnelles).
3. Identifier dès le début les différents groupes et individus impliqués dans le projet et les intégrer dans les prises de décision.
4. Définir une vision claire et partagée du système restauré.

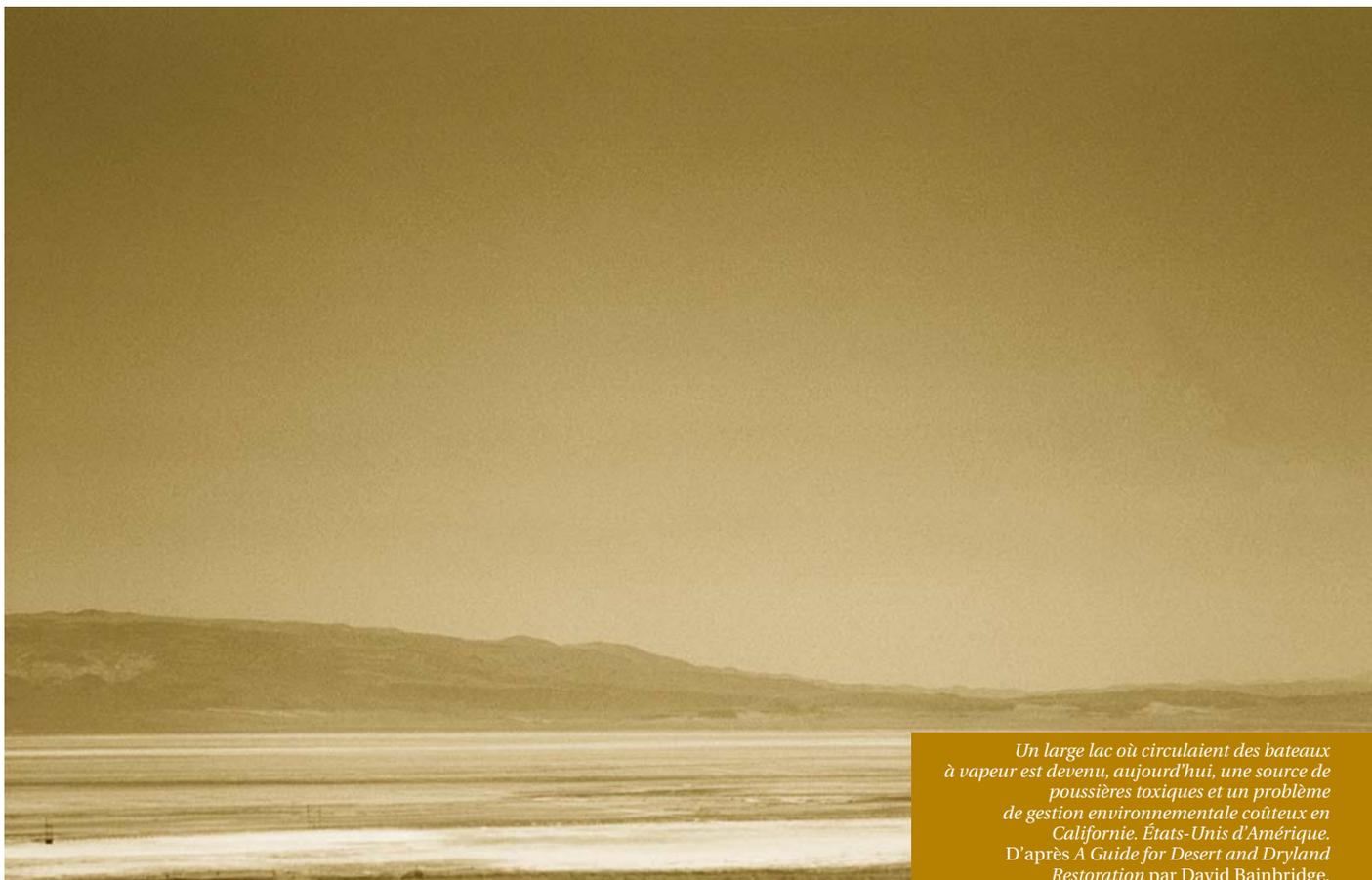
5. Définir une vision claire et partagée des futurs bénéfiques (souvent indirects et à long terme) issus de la restauration.
6. Définir le rôle des responsables clés du projet pour la mise en place et le suivi du projet.
7. Encourager la flexibilité et la diversité d'opinion entre responsables afin d'augmenter la résilience du projet et diminuer sa vulnérabilité.
8. Développer des systèmes gouvernementaux ou municipaux de facilitation et de formation professionnelle.
9. Développer les aptitudes professionnelles pour la prise en compte simultanée des processus économiques, socio-politiques et écologiques en jeu.
10. Accepter les incertitudes et les bénéfices liés à une gestion adaptative (« apprendre de ses erreurs »).

Les deux exemples suivants montrent comment des communautés rurales et d'autres institutions peuvent combiner leurs forces pour restaurer le capital naturel.

À Macubeni (Cap Est), les communautés locales se sont récemment mobilisées autour d'une vision intégrant l'utilisation durable des ressources et la restauration des écosystèmes. Elles expriment leur vision ainsi : « *Une meilleure vie pour tous, par la gestion durable de nos ressources naturelles et manufacturées, dans le but d'améliorer nos opportunités de vie, notre santé, notre éducation et notre économie, tout en maintenant nos valeurs culturelles et traditionnelles, de telle manière à assurer un avenir plus prometteur aux habitants de Macubeni* ». Un comité de direction a été formé de manière à piloter le développement d'un plan à long terme d'utilisation des terres. Les habitants mettent actuellement en place un projet de restauration des plans directeurs de l'eau fortement dégradés autour du barrage de Macubeni. Ce projet bénéficie de l'assistance de plusieurs municipalités et départements gouvernementaux locaux concernés par les problèmes relatifs à l'agriculture, l'environnement, la santé et l'économie. En parallèle, un programme de recherche universitaire est impliqué au niveau de la recherche de financement, de la facilitation, du support technique et de l'aide au développement.

Sur la Côte Sauvage du Cap Est, une action communautaire a conduit à la création d'une organisation touristique communautaire, d'un plan de conservation participatif et d'un partenariat avec le secteur privé. Avec la collaboration d'une association communale (*Nqabarha Development Trust*), les habitants ont mis en place trois institutions : un comité pour la gestion forestière, un comité de production artisanale et un groupe, encadré par l'association, pour l'utilisation des plantes médicinales. Ils ont réalisé un plan de gestion de leurs terres, décidé d'un règlement pour renforcer les lois de gestion participative et développé des stratégies pour générer des revenus, soulever des fonds et former des gens sur le terrain. Ils ont aussi établi une pépinière pour les plantes médicinales et de consommation courante et un atelier de production artisanal. Des plans pour développer certaines opportunités touristiques avec des investisseurs privés sont en cours. La municipalité locale, l'Université de Rhodes, le gouvernement national et l'agence allemande pour la coopération technique (GTZ) contribuent à leurs travaux.

D'après Fabricius et Cundill, 2007.



Un large lac où circulaient des bateaux à vapeur est devenu, aujourd'hui, une source de poussières toxiques et un problème de gestion environnementale coûteux en Californie, États-Unis d'Amérique. D'après A Guide for Desert and Dryland Restoration par David Bainbridge. Copyright © 2007 par l'auteur. Reproduit avec la permission d'Island Press, Washington, D.C.

De manière générale, les projets de RCN nécessitent un financement mixte public (à travers des impôts et des taxes au niveau national) et privé. La définition des partenaires privés est fonction des bénéficiaires des projets au niveau local. La participation aux projets peut se décliner de diverses manières telles que la participation à des activités de gestion sur le terrain ou le financement/sponsoring du matériel.

Le financement n'est pas le seul facteur limitant pour la mise en place des projets. En effet, les activités de restauration sont encore rares de nos jours et peu de personnes possèdent les connaissances ou l'expérience nécessaires pour percevoir ce à quoi peut ressembler un écosystème restauré. Imaginer ce que peut devenir une zone dégradée après sa restauration est difficile pour la plupart des gens. Les projets de RCN, qui incluent la responsabilisation et l'habilitation des personnes impliquées localement, sont donc un instrument essentiel pour promouvoir la restauration et la modification des comportements humains en relation avec la Nature (Leigh, 2005).



▲ Une forte pression de pâturage peut faire disparaître toute la végétation assez rapidement. Lorsque l'on regarde la roche nue, il est difficile d'imaginer les arbres, buissons, fleurs et herbes présents au même endroit auparavant. Pourtant cette zone a été dénudée en quelques années seulement. Sud-Ouest des États-Unis d'Amérique.

▲ Détail d'un site fortement dégradé en Argentine (Sierras de Cordoba), juste avant (1997, photo de gauche) et après (2006, photo de droite) la mise en place d'un projet de restauration.

D'après *A Guide for Desert and Dryland Restoration* par David Bainbridge. Copyright © 2007 par l'auteur. Reproduit avec la permission d'Island Press, Washington, D.C.

© D. Renison

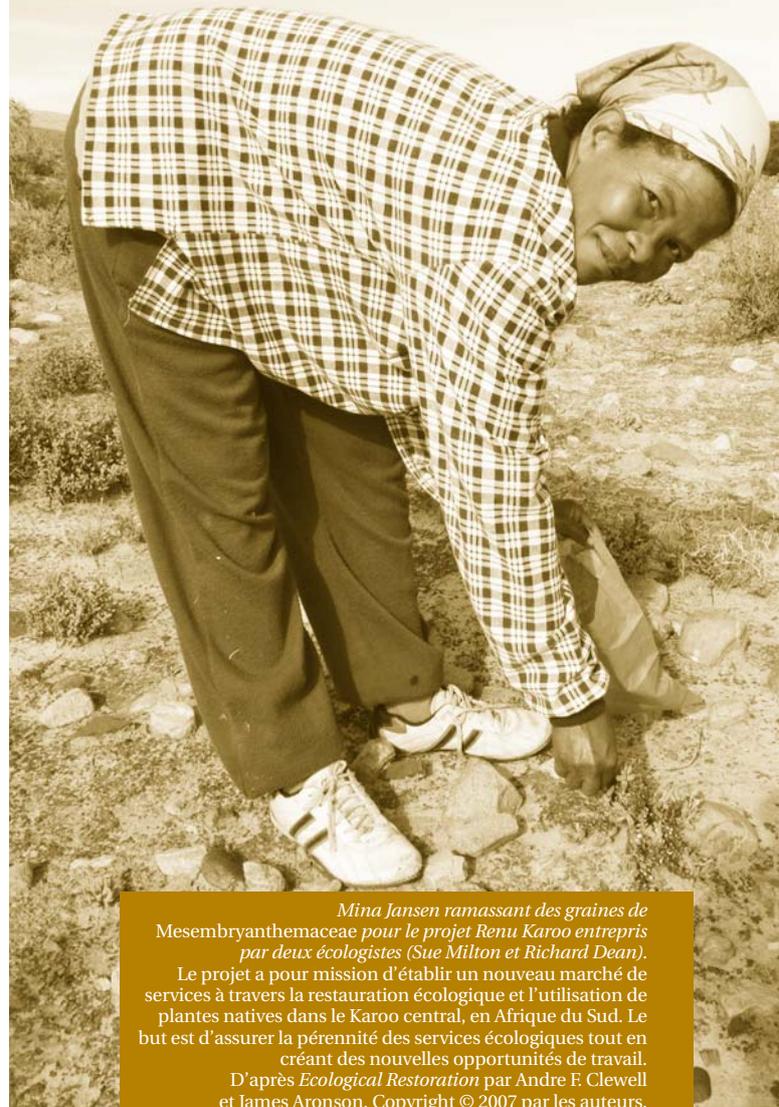
Perspectives : vers une relation durable entre l'homme et l'environnement ?

Les dynamiques des écosystèmes, y compris les processus de désertification, sont des dynamiques à forte implication sociale : les hommes font partie de l'écosystème, influent sur leur dynamique et en subissent les conséquences positives ou négatives en retour (INSU/CNRS, 2004). Les écosystèmes ne sont pas seulement des systèmes de production mais aussi des systèmes desquels dérivent des services naturels indispensables aux sociétés humaines.

Il est clair que le coût et la difficulté de la restauration de ces services augmentent au fur et à mesure de la diminution du capital naturel, et il est bien sûr plus avantageux d'investir dans des méthodes d'exploitation durable plutôt que de restaurer ce qui a été dégradé. En attendant la mise en oeuvre effective d'une politique de gestion durable des ressources, l'approche RCN, qui couple la restauration du capital naturel avec la restauration du capital social, permet de mettre en valeur les bénéfices d'une relation durable entre les hommes et leur environnement. Elle peut se résumer en un message clé : le bien-être des populations humaines dépend de la santé des écosystèmes et de la qualité des services naturels qui en résultent.

Les problèmes écologiques et sociaux liés à la dégradation des terres en milieux arides et semi-arides ne peuvent être ignorés plus longtemps par les décideurs politiques au niveau international (à travers l'aide au développement) et national. En effet, les processus de désertification déstabilisent de manière croissante les sociétés au niveau local, en aggravant la pauvreté, et national, en créant des réfugiés de l'environnement.

Pourtant, cette dégradation n'est pas une fatalité. Nous avons vu dans ce dossier que la mise en place de mécanismes permettant la restauration simultanée du capital naturel et social dans les zones arides est possible. Il est évident que les valeurs, besoins et objectifs des populations locales doivent être intégrés aux prises de décisions politiques. On assiste pourtant actuellement à un échec de la mise en place



Mina Jansen ramassant des graines de Mesembryanthemaceae pour le projet Renu Karoo entrepris par deux écologistes (Sue Milton et Richard Dean). Le projet a pour mission d'établir un nouveau marché de services à travers la restauration écologique et l'utilisation de plantes natives dans le Karoo central, en Afrique du Sud. Le but est d'assurer la pérennité des services écologiques tout en créant des nouvelles opportunités de travail. D'après Ecological Restoration par Andre F. Clewell et James Aronson. Copyright © 2007 par les auteurs. Reproduit avec la permission d'Island Press, Washington, D.C.

de législations efficaces—échec qui résulte en la progression des modes de gestion destructeurs de l'environnement et du capital social (Adeel *et al.*, 2006). La protection, la restauration et la gestion durable des cinq types de capitaux (financier, manufacturé, social, humain et naturel) ainsi que le renforcement des réseaux sociaux et institutionnels—qui permettent un accès équitable à ces différents capitaux—doivent être inclus dans les plans de gestion.

Planifier en termes de gestion durable n'est pas anti-technologique ni anti-business. Le lien entre la restauration des écosystèmes dégradés et la qualité de vie des hommes doit être encore plus mis en avant par les politiques à travers des subventions positives telles que l'éducation, la communication et l'aide technique.

Comment convaincre les décideurs de s'engager dans la restauration du capital naturel, du capital social et du capital humain ?

Il ressort de tout ce qui précède qu'il faut parvenir à un argumentaire capable de décider les pouvoirs publics et les investisseurs privés d'investir dans la restauration. Trois familles d'arguments sont à envisager :

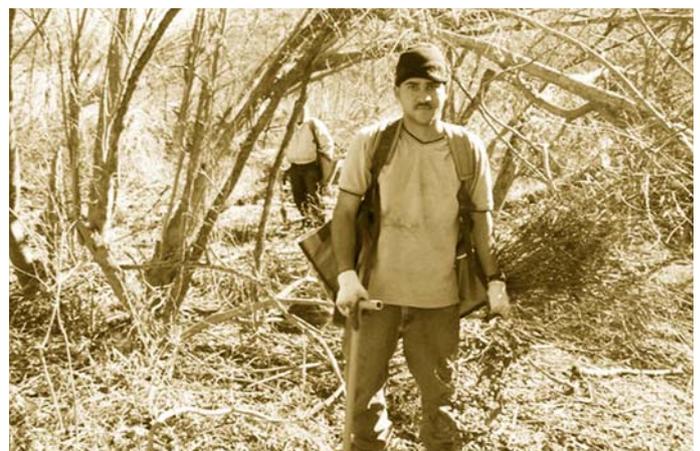
■ **Les arguments de type « capital naturel »** : jusqu'à présent, il a été difficile de convaincre les financiers qu'il fallait d'une part restaurer les sols, la végétation et, d'une façon générale, le capital naturel, et, d'autre part, améliorer la gestion de l'eau et celle de l'ensemble des ressources naturelles et des écosystèmes. Les analyses coûts-avantages des opérations de gestion des ressources, de renforcement de l'agriculture et de l'élevage, d'amélioration de la gestion de l'eau dans les pays arides et semi-arides ne sont pas encore assez nombreuses et celles-ci portent exclusivement sur les questions agricoles et d'élevage. C'est ainsi que certains projets de lutte contre la désertification ont été analysés depuis quelques années (Reij et Steeds, 2003 ; Hien *et al.*, 2004 ; Requier-Desjardins et Bied-Charreton, 2006). Ces projets donnent des résultats très intéressants mais encore trop méconnus. On note un taux de retour sur investissement largement positif, compris entre 10 et 30 pour cent, avec un délai parfois de plusieurs années avant d'atteindre ce taux. En 2008, nos connaissances en la matière devraient être améliorées grâce à des actions financées par la Banque mondiale (initiative TerrAfrica), l'Agence Française de Développement (AFD) et le Fond français pour l'environnement mondial (FFEM), autour du réseau international sur les coûts de l'inaction qui vient de se créer suite à l'atelier international sur les coûts de l'inaction et les opportunités d'investissement dans les zones arides, semi-arides et sub-humides sèches tenu à Rome en décembre 2006 (Requier-Desjardins, 2007).

■ **Les arguments de type « bien-être des populations »** : là, les politiques se sentent plus concernés car les effets négatifs de la dégradation des ressources et des écosystèmes sont plus immédiatement perceptibles : baisse des rendements et des revenus, augmentation de la pauvreté, déstabilisation des sociétés, départ en migration. Mais les remèdes et les initiatives pour enrayer cette chute des revenus sont hétérogènes ; les investissements publics, nationaux et internationaux, dans le monde rural sont en baisse depuis vingt ans. En ce qui concerne l'aide publique au développement (APD), la part des investissements dans la gestion des terres (y compris agriculture et élevage) est passée d'environ 20 pour cent il y a vingt ans à moins de 5 pour cent en 2006 (cinq milliards de dollars sur cent milliards d'APD globale). Certains se demandent même s'il ne vaut pas mieux intervenir dans les villes ou dans d'autres secteurs plutôt qu'en zones rurales. La question des migrations, et notamment des migrations internationales, est posée depuis longtemps mais elle est embarrassante et pour l'instant sans réponse nette. En revanche, il est exact que les gouvernements et les décideurs de l'aide publique au développement sont déjà sensibilisés aux questions de maintien du capital humain, en soutenant l'éducation et la santé, ainsi qu'aux questions de maintien du capital social

en soutenant la société civile et en reconnaissant la qualité des organisations villageoises qui, dans beaucoup de pays, deviennent des collectivités dotées de personnalité légale et capables de s'engager dans des actions contractuelles.

■ **Les arguments de type « environnement mondial »**, basés à la fois sur la notion de services rendus par les écosystèmes et sur celle de la contribution de la bonne santé de l'environnement local à celle de l'environnement mondial, sont encore assez peu développés. L'augmentation des risques dus au changement climatique et l'accroissement de la vulnérabilité des sociétés qui dépendent presque uniquement des écosystèmes pour la satisfaction de leurs besoins tendent à consolider cette famille d'arguments qui relève maintenant des questions d'adaptation telles qu'envisagées lors des récentes réunions de la Convention cadre sur les changements climatiques (Bali, décembre 2007). Dans le cadre du protocole de Kyoto, il n'a été question que de l'adaptation dans les sociétés développées, donc de réduction des émissions des gaz à effets de serre, de technologies et de mécanismes économiques. Cela a quelque peu occulté la question du maintien du capital naturel. Aujourd'hui il semble que les mesures envisagées dans le cadre des suites du protocole de Kyoto permettent de mieux poser la question du rôle de ce capital et de l'urgence de le maintenir et le restaurer.

Il reste donc à la communauté scientifique un grand rôle à jouer en expliquant les enjeux de la restauration du capital naturel sur la base d'arguments scientifiques validés. Ce sera notre contribution à la lutte contre la pauvreté et au maintien de la qualité de l'environnement local et mondial.



▲ **Projet de restauration forestière dans la zone inondable du fleuve Pascagoula, (Mississippi, États-Unis d'Amérique) dans le but d'accélérer la reconstruction du couvert végétal après les dommages causés par l'ouragan Katrina en 2005.**

© Andy Clewell

Références bibliographiques

Adeel Z., Bogardi J., Braeuel C., Chasek P., Niamir-Fuller M., Gabriels D., King C., Knabe F., Kowsar A., Salem B., Schaaf T., Shepherd G., Thomas R., 2006. *Overcoming one of the greatest environmental challenges of our times: Re-thinking policies to cope with desertification.* United Nations University. Téléchargé le 05/07/07 à : www.inweh.unu.edu/inweh/drylands/Publications/IYDD_Policy_Brief-June_2007.pdf. 46 pp.

Aronson J., Floret C., Le Floc'h E., Ovalle C., Pontanier R., 1993. Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems. I. A view from the South. *Restoration Ecology*. 1: 8-17.

Aronson J., Blignaut J., Milton S., Clewell A.F., 2006a. Natural capital: The limiting factor. *Ecological Engineering*. 28: 1-5.

Aronson J., Clewell A.F., Blignaut J., Milton S., 2006b. Ecological restoration: A new frontier for conservation and economics. *Journal for Nature Conservation*. 14: 135-139.

Aronson J., Milton S., Blignaut J., 2006c. Conceiving the science, business, and practice of restoring natural capital. *Ecological Restoration*. 22: 22-24.

Aronson J., Blignaut J., Milton S., 2007a. Restoring natural capital: Definitions and rationale. In: J. Aronson, S. Milton & J. Blignaut (Eds.), *Restoring natural capital. Science, business and practice.* Island Press. Washington, D.C. p. 3-8.

Aronson J., Blignaut J., Milton S., Clewell A., Woodworth P., Lowry II P., Tongway D., de Wit M., Farley J., de Groot R., Cowling R., Renison D., Rangel-Ch. O., Debrincat B., Birkinshaw C., Levy-Tacher S., 2007b. *Restoring natural capital: Bridging the three great divides.* S.A.P.I.E.N.S (Survey and Perspectives Integrating Environment and Society).

Aronson J., Milton S., Blignaut J., 2007c. *Restoring natural capital: Science, business, and practice.* Island Press. Washington, D.C. 384 pp.

Atkinson I.A.E., 1994. *Guidelines to the development and monitoring of ecological restoration programmes.* Wellington: Department of Conservation, Nouvelle-Zélande. 36 pp.

Bainbridge D., 2007. *A guide for desert and dryland restoration: New hope for arid lands.* Island Press. Washington, D.C. 391 pp.

Bied-Charreton M., Brahimi Y., Requier-Desjardins M., 2007. Les évaluations des coûts macro-économiques de la désertification en Afrique : inventaire et principaux résultats. *Bois et Forêts des Tropiques*. 293(3): 29-42.

Blignaut J., Aronson J., Woodworth P., Archer S., Desai N., Clewell A., 2007. Restoring natural capital: A reflection on ethics. In: J. Aronson, J. Blignaut & S. Milton (Eds.), *Restoring natural capital: Science, business and practice.* Island Press. Washington, D.C. p. 9-16.

Blignaut J., Loxton C., 2007. An approach to quantify the economic value of restoring natural capital: A case from South Africa. In: J. Aronson, J. Blignaut & S. Milton (Eds.), *Restoring natural capital: Science, business and practice.* Island Press. Washington, D.C. p. 154-161.

Cairns J., 2000. Setting ecological restoration goals for technical feasibility and scientific validity. *Ecological Engineering*. 15(3-4): 171-180.

Clewell A.F., Aronson J., 2006. Motivations for the restoration of ecosystems. *Conservation biology*. 20: 420-428.

Clewell A.F., Aronson J., 2007. *Ecological restoration principles, values, and structures of an emerging profession.* Island Press. Washington, D.C. 210 pp.

Costanza R., Daly H., 1992. Natural capital and sustainable development. *Conservation biology*. 6: 37-46.

Costanza R., Norton B., Haskell B., 1992. *Ecosystem health: New goals for environmental management.* Island Press. Washington, D.C. 269 pp.

Daly H., 1990. Toward some operational principles of sustainable development. *Ecological Economics*. 6: 185-193.



Agriculture au Niger.
Sols érodés et exploités.
Plantations de mil. Niger.
A. Luxereau © IRD

Daly H., Farley J., 2004. *Ecological economics: Principles and applications.* Island Press. Washington, D.C. 454 pp.

de Groot R., 1992. *Functions of nature.* Wolters-Noordhoff. Amsterdam.

Ekins P., Folke C., de Groot R., 2003. Identifying critical natural capital. *Ecological Economics*. 44(2-3): 159-163.

Fabricius C., Cundill G., 2007. An adaptive co-management approach to restoring natural capital in communal of South Africa. In: J. Aronson, J. Blignaut & S. Milton (Eds.), *Restoring natural capital: Science, business and practice.* Island Press. Washington, D.C. p. 129-136.

Farley J., Daly H., 2006. Natural capital: The limiting factor. A reply to Aronson, Blignaut, Milton and Clewell. *Ecological Engineering*. 28: 6-10.

Geist C., Galatowitsch S.M., 1999. Reciprocal model for meeting ecological and human needs in restoration projects. *Conservation Biology*. 13(5): 970-979.

Girault P.-N., Loyer D., 2006. Capital naturel et développement durable en Afrique. In: Michailof S. (Dir.), *À quoi sert d'aider le Sud ?* Paris, Économica: 201-226.

Hien V. et al., 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 pp.

Higgs E.S., 1997. What is good ecological restoration? *Conservation Biology*. 11(2): 338-348.

Hobbs R.J., Harris J.A., 2001. Restoration ecology: Repairing the Earth's ecosystems in the new Millennium. *Restoration Ecology*. 9(2): 239-246.



E. Le Floch (Eds.), *L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait ?* John Libbey Eurotext. Paris. p. 3-10.

Marais C., Woodworth P., de Wit M., Craig J., Holl K., Gouza J., 2007. Overcoming Socioeconomic Obstacles to Restore Natural Capital. In: J. Aronson, J. Blignaut & S. Milton (Eds.), *Restoring natural capital: Science, business and practice*. Island Press. Washington, D.C. p. 265-274.

MEA., 2003. *Ecosystem and human well-being: A framework for assessment*. Island Press. Washington DC. 160 pp.

MEA., 2005. *Ecosystem and human well-being: Desertification synthesis*. Island Press. Washington, D.C. 36 pp.

Prescott-Allen R., 2001. *The wellbeing of Nations: A country-by-country index of quality of life and the environment*. Island Press. Washington, D.C. 342 pp.

Rees W., Farley J., Vesel E.-T., de Groot R., 2007. Valuing natural capital and the costs and benefits of restoration. In: J. Aronson, J. Blignaut & S. Milton (Eds.), *Restoring natural capital: Science, business and practice*. Island Press. Washington, D.C. p. 227-236.

Rees W., Wackernagel M., 1994. Ecological footprints and appropriated carrying capacity: measuring the natural capital requirements of the human economy. In: A.-M. Jansson, M. Hammer, C. Folke & R. Costanza (Eds.), *Investing in Natural Capital*. Island Press. Washington, D.C. p. 362-391.

Reij C., Steeds D., 2003. *Success stories in Africa's drylands: Supporting advocates and answering sceptics*. Paper commissioned by the Global Mechanism of the Convention to Combat Desertification. 32 pp.

Requier-Desjardins M., 2007. Pourquoi faut-il investir en zones arides ? *Les dossiers thématiques du CSFD*. N°5. CSFD/Agropolis International. Montpellier, France. 44 pp.

Requier-Desjardins M., Bied-Charreton M., 2006. *Évaluation des coûts économiques et sociaux de la dégradation des terres et de la désertification en Afrique*. AFD, Paris. 162 pp. + annexes.

Requier-Desjardins M., Caron P., 2005. La lutte contre la désertification : un bien public mondial environnemental ? Des éléments de réponse... *Les dossiers thématiques du CSFD*. N°1. CSFD/Agropolis International. Montpellier, France. 28 pp.

Sarraf M., Larsen B., Owaygen M., 2004. *Cost of environmental degradation: The case of Lebanon and Tunisia*. The World Bank. Washington, D.C. 85 pp.

SER, 2002. *The SER international primer on ecological restoration*. Téléchargé le 17/05/06 sur www.ser.org.

Tongway D., Ludwig J., 2007a. Landscape functions as a target for restoring natural capital in semi-arid Australia. In: J. Aronson, J. Blignaut & S. Milton (Eds.), *Restoring natural capital: Science, business and practice*. Island Press. Washington, D.C. p. 76-84.

Tongway D., Ludwig J., 2007b. *Virtual Field Trip 1 to Australia*. In: A. Clewell & J. Aronson (Eds.), *Ecological restoration: Principles, values, and structure of an emerging profession*. Island Press. Washington, D.C. p.14-18.

Vitousek P.M., Mooney H.A., Lubchenco J., Mellilo J.M., 1997. Human domination of Earth's ecosystems. *Science*. 277(5325): 494-499.

Wackernagel M., Shulz N., Deumling D., 2002. Tracking the ecological overshoot of the human economy. *Proc. Nat. Acad. Sc. USA*. 99: 9266-9271.

Westman W., 1978. Measuring the inertia and resilience of ecosystems. *BioScience*. 29: 705-710.

WWF, 2004. *Living planet report 2004*. Gland, Suisse. 44 pp.

Young M., Hajkowicz S., Brown Gaddis E., de Groot R., 2007. A decision-analysis framework for proposal evaluation of natural capital restoration. In: J. Aronson, J. Blignaut & S. Milton (Eds.), *Restoring natural capital: Science, business and practice*. Island Press. Washington, D.C. 237-248.

Holl K., Howarth R., 2000. Paying for restoration. *Restoration Ecology*. 8(3): 260-267.

INSU/CNRS., 2004. *Conférence: Sciences sociales et biodiversité*. Téléchargé le 05/07/07 à www.insu.cnrs.fr/f198pdf,sciences-sociales-et-biodiversite-j-weber-e-lateltin.pdf. 8 pp.

Jurdant M., Bélair J., Gerardin V., Ducroc J., 1977. *L'inventaire du capital nature, méthode de classification et de cartographie écologique du territoire*. Service des Études Écologiques Régionales, Direction Régionale des Terres, Pêches et Environnement, Québec. Canada. 202 pp.

Kates R., Clark W., Corell R., Hall J.M., Jagger C., Lowe I., McCarthy J.J., Schellnhuber H.J., Bolin B., Dickson N.M., Faucheux S., Gallopin G.C., Gruebler A., Huntley B., Jager J., Jodha N.S., Kaspersen R.E., Matson P., Mooney H., Moore III B., O'Riordan T., Svedin U., 2001. Sustainability science. *Science*. 292: 641-642.

Le Houérou H., 1995. Dégradation, régénération et mise en valeur des terres sèches d'Afrique. In: R. Pontanier, A. M'Hiri, J. Aronson, N. Akrimi & E. Le Floch (Eds.), *L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait ?* John Libbey Eurotext. Paris. p. 65-104.

Leigh P., 2005. The ecological crisis, the human condition, and community-based restoration as an instrument for its cure. *Ethics in Science and Environmental Politics*. 2005: 3-15.

Mainguet M., Dumay F., 2006. Combattre l'érosion éolienne : un volet de la lutte contre la désertification. *Les dossiers thématiques du CSFD*. N°3. CSFD/Agropolis International. Montpellier, France. 44 pp.

Makhlouf E., 1995. L'homme : de la dégradation à la restauration des ressources naturelles. In: R. Pontanier, A. M'Hiri, J. Aronson, N. Akrimi &

Sites Internet

Économie écologique

- **Earth Policy Institute (États-Unis d'Amérique)**
www.earth-policy.org
- **The International Society for Ecological Economics (États-Unis d'Amérique)**
www.ecoeco.org
- **World Business Council for Sustainable Development (Suisse)**
www.wbcsd.org/templates/TemplateWBCSD5/layout.asp?MenuID=1
- **World Resources Institute (États-Unis d'Amérique)**
www.wri.org

Conservation

- **Conservation International (États-Unis d'Amérique)**
www.conservation.org/English/Pages/Default.aspx?nointro=true

Économie

- **Banque mondiale (États-Unis d'Amérique)**
www.banquemondiale.org

Capital naturel

- **Alliance RNC**
www.rncalliance.org/epages/rncalliance.asf/?ObjectID=3353&Locale=fr_FR
- **Natural Capital Institute (États-Unis d'Amérique)**
www.naturalcapital.org
- **Natural Capital Project (États-Unis d'Amérique)**
www.naturalcapitalproject.org/mw.html
- **Nature Valuation and Financing Network (Pays-Bas)**
www.naturevaluation.org

Développement durable

- **Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (Millennium Ecosystem Assessment)**
www.millenniumassessment.org/fr
- **Resilience alliance**
www.resalliance.org/1.php

Changement climatique

- **Greenfacts (Belgique)**
www.greenfacts.org/index-fr.htm
- **Intergovernmental Panel on Climate Change**
www.ipcc.ch

Restauration

- **Calcul de l'empreinte écologique : Site de WWF**
www.wwf.fr/s_informer/calculer_votre_empreinte_ecologique
- **Society for Ecological Restoration International (États-Unis d'Amérique)**
www.ser.org

Exemples de programmes de restauration en Afrique du Sud

- **Working for Water Programme (Afrique du Sud)**
www.dwaf.gov.za/wfw
- **Working on Fire Programme (Afrique du Sud)**
www.fire.uni-freiburg.de/WoF/welcome.html
- **Working Woodlands Trust (Royaume-Uni)**
www.workingwoodlands.info

Journaux

- **Ecosistemas. Editeur : Asociación Española de Ecología Terrestre, Espagne. Revue trimestrielle disponible en ligne uniquement. ISBN 1697-2473**
www.revistaecosistemas.net
- **Ecology and society (ex Conservation Ecology). Éditeur : Resilience Alliance Publications. Revue semestrielle disponible en ligne uniquement. ISSN 1708-3087**
www.ecologyandsociety.org
- **Restoration ecology. Éditeur : Blackwell Publishing s/c the Society for Ecological Restoration International. Revue trimestrielle. ISSN 1526-100X**
www.blackwellpublishing.com/journal.asp?ref=1061-2971&site=1
- **Ecological restoration. Éditeur : University of Wisconsin Press en collaboration avec the Society for Ecological Restoration International. Revue trimestrielle.**
www.ecologicalrestoration.info
- **Ecological Engineering. Éditeur : ELSEVIER. Revue trimestrielle. ISSN 0925-8574**
www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/522751/description#description
- **Ecological Indicators. Éditeur : ELSEVIER. Revue disponible en ligne. ISSN 1470-160X**
www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/621241/description#description
- **Ecological Economics. Éditeur : ELSEVIER. Revue disponible en ligne. ISSN 0921-8009**
www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/503305/description#description
- **Journal for Nature Conservation. Éditeur : ELSEVIER. Revue disponible en ligne. ISSN 1617-1381**
www.elsevier.de/jnc



*Enfants maliens
de la région de San.
M. Dukhan © IRD*



*Delta intérieur du Niger. Jeune berger peul au retour de transhumance, entré dans le delta pour rejoindre les pâturages aquatiques, Danngere Saya, Mali.
O. Barrière © IRD*



Acronymes et abréviations utilisés dans le texte

- AFD : Agence Française de Développement
- APD : Aide public au développement
- BBR : Bushbuckridge, Afrique du Sud
- BPM : Bien public mondial
- C3ED : Centre d'économie et d'éthique pour l'environnement et le développement, France
- CEFE : Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive, France
- CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique, France
- CSFD : Comité Scientifique Français de la Désertification, France
- CSIRO : *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation*, Australie
- DELD : Développement économique local et durable
- EWI : *Ecosystem well-being index* / Indice du bien-être des écosystèmes
- FFEM : Fond français pour l'environnement mondial
- GTZ : *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit* / Coopération technique allemande
- HWI : *Human Well-being Index* / Indice du bien-être des populations humaines
- IRD : Institut de recherche pour le développement, France
- KNP : *Kruger National Park*, Afrique du Sud
- MEA : *Millenium Ecosystem Assessment* / Évaluation des écosystèmes du Millénaire
- PIB : Produit intérieur brut
- RCN : Restauration du capital naturel
- RCS : Restauration du capital social
- SER : Société internationale pour la restauration écologique, États-Unis d'Amérique
- TTRP : Modèle « *Trigger-Transfer-Reserve-Pulse* » / Modèle « Gâchette – Transfert – Réserve – Battement »
- UICN : Union mondiale pour la nature, Suisse
- UMR : Unité mixte de recherche
- USD : Dollar américain
- UVSQ : Université de Versailles-Saint Quentin-en-Yvelines, France
- WI : *Well-being Index* / Indice du bien-être
- WWF : Organisation mondiale de protection de l'environnement

Lexique

Biens et services naturels (ou des écosystèmes) :

Conditions et procédés par lesquels les écosystèmes naturels soutiennent et permettent la vie humaine comme, par exemple, la provision de bois de chauffe (bien), la filtration de l'eau, la pollinisation des cultures, le maintien du climat (séquestration du carbone) et la satisfaction de besoins humains culturels, spirituels ou intellectuels (services).

Biodiversité : Diversité et interactions du vivant à différents niveaux d'organisation (génomique, individu, population, communauté, écosystème, biorégion, biosphère) et rangs taxonomiques (espèce, genre, famille).

Capital naturel : Métaphore économique représentant le stock d'écosystèmes fonctionnels, y compris la biodiversité, qui assure le flux de biens et de services naturels sur lesquels reposent notre économie et notre bien-être (Aronson *et al.*, 2007 a et b).

Développement économique : Augmentation de la qualité de vie pour un taux de production donné fixe (Daly et Farley, 2004).

Développement économique local et durable (DELD) : Le développement durable « répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins » (définition du Rapport Brundtland issue de la Conférence Mondiale sur l'environnement et le développement en 1987). C'est l'équivalent du terme anglais « *sustainable development* ». Le mot « durable », dans ce contexte, fait référence à un taux d'exploitation. Sous des conditions de durabilité, le taux de récolte est inférieur au taux de croissance (ou renouvellement) de la ressource exploitée (Daly et Farley, 2004). Pour définir le développement durable à une échelle locale et insister sur sa mise en œuvre concrète et immédiate on utilise de plus en plus les termes de DELD (SLED en anglais : *sustainable local economic development*).

Écosystème : Ensemble des organismes vivants et de leur environnement avec lequel ils interagissent à un endroit donné.

Évaluation contingente : Estimation hypothétique du prix des biens et services non commercialisables basée sur des questionnaires demandant à la personne interrogée combien elle serait prête à payer pour une unité supplémentaire du bien, ou combien elle accepterait d'être payée pour la perte d'une unité du bien.

Internalisation des externalités : Dans le contexte de la gestion de l'environnement naturel, les externalités correspondent aux conséquences inattendues et non compensées sur les écosystèmes d'une activité humaine. Internaliser ces externalités signifie de prendre en compte les dommages et les bénéfices d'une activité humaine sur l'environnement dans l'estimation du coût et des bénéfices de l'activité.

Fonctionnalité des écosystèmes : Vigueur des processus naturels au sein de l'écosystème.

Mondialisation économique : Expression qui fait référence à l'abolition effective des frontières dans le cadre des échanges économiques (Daly et Farley, 2004).

Restauration du capital naturel (RCN) : Réapprovisionnement des stocks de capital naturel pour améliorer à long terme le bien-être humain et la santé des écosystèmes (Aronson *et al.*, 2007a et b).

Restauration écologique : Définie par la Société Internationale pour la Restauration Écologique (SER, 2002) comme « le procédé d'assister le rétablissement d'un écosystème qui a été dégradé, endommagé, ou détruit souvent à la suite d'activités humaines ».

Retour par bénéfices directs : Retour économique bénéficiant aux populations locales (acteurs de la restauration) par un circuit court (Daly et Farley, 2004).

Résilience : Capacité d'un écosystème à maintenir une trajectoire donnée face à des perturbations naturelles ou d'origine anthropique (Aronson *et al.*, 2007b ; Westman, 1978).

Santé des écosystèmes : En référence à la définition de Costanza, Norton et Haskell (1992), le terme général de « santé » est utilisé ici pour illustrer à la fois l'état désiré de l'écosystème restauré et la ligne de conduite sous jacente à la pratique de la restauration. La « santé » d'un écosystème dépend entre autres de sa capacité de résilience, de son degré d'organisation (composition, structure, connectivité) et de sa vigueur (fonctionnalité, productivité).

Résumé

Ce dossier thématique du CSFD se situe dans le cadre d'une volonté de communication, de partage et de discussion des éléments clés de la restauration du capital naturel en zones arides et semi-arides. Son but principal est de promouvoir l'insertion de cette approche au sein des sociétés et des communautés les plus touchées par les processus de désertification.

Les régions menacées par la désertification couvrent environ 40 pour cent des terres disponibles. Elles sont le plus souvent le lieu de pauvreté extrême. Une approche visant à restaurer simultanément les écosystèmes et la qualité de vie des populations locales y est par conséquent nécessaire.

La conservation de la biodiversité, la lutte contre la pauvreté ou le développement économique sont communément perçus comme ayant des intérêts indépendants et souvent conflictuels. Ce dossier nous montre que la restauration du capital naturel vise à mettre en commun ces intérêts a priori différents. En effet, cette approche associe restauration écologique et développement durable afin de mettre en synergie les bénéfices respectifs de ces deux approches.

Plusieurs sites variés à travers le monde, situés en zones arides ou semi-arides, ont été choisis pour illustrer les concepts élémentaires de la restauration du capital naturel sur le terrain. Ce dossier est le résultat d'une compilation bibliographique effectuée à partir du matériel scientifique disponible relatif à la restauration du capital naturel en zones arides et semi-arides. La grande majorité des définitions et des illustrations pratiques est adaptée de Aronson, Milton et Blignaut (2007). Un ouvrage regroupant 71 scientifiques, gestionnaires et journalistes de la communauté internationale dans les domaines de l'écologie, l'économie, et de l'économie écologique.

Mots clés : Capital naturel, services des écosystèmes, restauration, développement durable, capital social, désertification

Abstract

The overall aim of this CSFD thematic report is to communicate, share and discuss key elements of restoring natural capital in arid and semi-arid regions. Its main goal is to promote the implementation of this approach within societies and communities that are the most threatened by desertification.

The regions menaced by desertification cover about 40 per cent of the emerged land masses. Most people living in these regions are exposed to poverty or extreme poverty. An approach to simultaneously restore degraded ecosystems and improve human wellbeing is urgently needed.

Biodiversity conservation, poverty alleviation and economic development are traditionally perceived as having separate or even conflictual interests. This report shows the contrary. Indeed, restoring natural capital combines ecological restoration and sustainable development objectives in order to create a synergy between them both and also the maintaining of native biodiversity.

Several sites through the world, in arid or semi-arid areas, are discussed to illustrate elementary concepts of natural capital restoration in the field. This report is the result of the literature review of the available scientific material relevant to natural capital restoration in arid and semi-arid areas. Most of the definitions and field illustrations are adapted from Aronson, Milton and Blignaut (2007), a book written by 71 international scientists, managers and journalists in the fields of ecology, economics and ecological economics.

Key words: Natural capital, ecosystem services, restoration, sustainable development, social capital, desertification

Numéros déjà parus

La lutte contre la désertification :
un bien public mondial environnemental ?
Des éléments de réponse...
(M. Requier-Desjardins et P. Caron, janv. 2005)
Disponible aussi en anglais

La télédétection : un outil pour le suivi
et l'évaluation de la désertification
(G. Begni, R. Escadafal,
D. Fontannaz et A.-T. Nguyen, mai 2005)
Disponible aussi en anglais

Combattre l'érosion éolienne :
un volet de la lutte contre la désertification
(M. Mainguet et F. Dumay, avril 2006)

Lutte contre la désertification :
l'apport d'une agriculture en semis direct
sur couverture végétale permanente (SCV)
(M. Raunet et K. Naudin, septembre 2006)
Disponible aussi en anglais

Pourquoi faut-il investir en zones arides ?
(M. Requier-Desjardins, juin 2007)
Disponible aussi en anglais

Sciences et société civile dans le cadre
de la lutte contre la désertification
(M. Bied-Charreton, M. Requier-Desjardins,
Septembre 2007)
Disponible aussi en anglais

La restauration du capital naturel
en zones arides et semi-arides
Allier santé des écosystèmes
et bien-être des populations
(M. Lacombe et J. Aronson, mars 2008)
Disponible aussi en anglais

Synthèse des projets de recherche
et développement
du CSFD en Afrique

Biodiversité et désertification
(A. Sarr)

Pastoralisme et désertification
en zone subsaharienne
(Ph. Lhoste et B. Toutain)

La révolution pastorale en Méditerranée
et son impact sur la désertification
(A. Bourbouze)

Biens, ressources naturelles et pauvreté
dans les sociétés pastorales :
quelles approches ?
(A. Bourgeot)

Désertification et gestion
des ressources en eau

L'information environnementale
pour l'aide à la décision

Changement climatique
et désertification

Arbres, arbustes et produits
forestiers non ligneux

Couverture (photo montage) :

Paysage : Irrigation en milieu aride, Tunisie - J. Pouget © IRD

Homme : Éleveur Peul du village de Wurro Neema, Mali - O. Barrère © IRD



**Ministère de l'Enseignement supérieur
et de la Recherche**

1 rue Descartes
75231 Paris CEDEX 05
France
Tél.: +33 (0)1 55 55 90 90
www.enseignementsup-recherche.gouv.fr



**Secrétariat de la Convention
des Nations Unies sur la Lutte
contre la Désertification**

P.O. Box 260129
Haus Carstanjen
D-53153 Bonn
Allemagne
Tél.: +49 228 815-2800
www.unccd.int



**Ministère des Affaires étrangères
et européennes**

20 rue Monsieur
75007 Paris
France
Tél.: +33 (0)1 53 69 30 00
www.diplomatie.gouv.fr



Agropolis International
Avenue Agropolis
F-34394 Montpellier CEDEX 5
France
Tél.: +33 (0)4 67 04 75 75
www.agropolis.fr



**Ministère de l'Écologie,
du Développement
et de l'Aménagement durables**

20 avenue de Ségur
75302 Paris 07 SP
France
Tél.: +33 (0)1 42 19 20 21
www.ecologie.gouv.fr



Agence Française de Développement

5 rue Roland Barthes
75598 Paris CEDEX 12
France
Tél.: +33 (0)1 53 44 31 31
www.afd.fr

POUR NOUS CONTACTER



CSFD
**Comité Scientifique
Français de la Désertification**
Agropolis International
Avenue Agropolis
F-34394 Montpellier CEDEX 5
France
Tél.: +33 (0)4 67 04 75 44
Fax: +33 (0)4 67 04 75 99
csfd@agropolis.fr
www.csfd-desertification.org

