



Surveillance environnementale et développement

Acquis et perspectives
- Méditerranée, Sahara et Sahel -

Editeurs scientifiques :
M. Requier-Desjardins et N. Ben Khadra (coordinateurs),
D. Nedjraoui, W. S. Issoufou, M. Sghaier, M. Briki



OPTIONS méditerranéennes

SERIE B : Etudes et Recherches
2012 - Numéro 68



CIHEAM



CIHEAM

**Centre International de Hautes Etudes
Agronomiques Méditerranéennes**

**International Centre for
Advanced Mediterranean Agronomic Studies**

**Président / President: Adel EL-BELTAGY
Secretariat General / General Secretariat:
Francisco MOMBIELA MURUZÁBAL**

**11, rue Newton 75116 Paris, France
Tél.: +33 (0) 1 53 23 91 00 - Fax: +33 (0) 1 53 23 91 01 et 02
secretariat@ciheam.org
www.ciheam.org**

Le Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes (CIHEAM) a été créé, à l'initiative conjointe de l'OCDE et du Conseil de l'Europe, le 21 mai 1962. C'est une organisation intergouvernementale qui réunit aujourd'hui treize Etats membres du bassin méditerranéen (Albanie, Algérie, Egypte, Espagne, France, Grèce, Italie, Liban, Malte, Maroc, Portugal, Tunisie et Turquie).

Le CIHEAM se structure autour d'un Secrétariat général situé à Paris et de quatre Instituts Agronomiques Méditerranéens (IAM), localisés à Bari (Italie), Chania (Grèce), Montpellier (France) et Saragosse (Espagne).

Avec au cœur de son action trois missions fondamentales (formation, recherche, coopération), le CIHEAM s'est progressivement imposé comme une référence dans ses domaines d'activité : l'agriculture, l'alimentation et le développement rural durable en Méditerranée.

Founded in 1962 at the joint initiative of the OECD and the Council of Europe, the International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies (CIHEAM) is an intergovernmental organisation comprising thirteen member countries from the Mediterranean Basin (Albania, Algeria, Egypt, Spain, France, Greece, Italy, Lebanon, Malta, Morocco, Portugal, Tunisia and Turkey).

CIHEAM is made up of a General Secretariat based in Paris and four Mediterranean Agronomic Institutes (MAI) located in Bari (Italy), Chania (Greece), Montpellier (France) and Zaragoza (Spain).

In pursuing its three central missions (education, research and cooperation) CIHEAM has established itself as a reference in its fields of activity: Mediterranean agriculture, food and sustainable rural development.

IAM Instituts Agronomiques Méditerranéens Mediterranean Agronomic Institutes Bari - Chania - Montpellier - Zaragoza

IAM-Bari

Dir.: Cosimo LACIRIGNOLA
Via Ceglie 9
70010 Valenzano, Bari, Italy
Tel. (39) (080) 4606 111 - Fax: (39) (080) 4606 206
iamdir@iamb.it
www.iamb.it

IAM-Montpellier

Dir.: Vincent DOLLÉ
3191, Route de Mende
34093 Montpellier Cedex 5, France
Tel. (33) (0)4 67 04 60 00 Fax: (33) (0)4 67 54 25 27
dolle@iamm.fr et/and sciuto@iamm.fr
www.iamm.fr

IAM-Chania

Dir.: Alkinoos NIKOLAIDIS
P.O. Box 85
GR . 73100 Chania, Crete, Greece
Tel. (30) 28210 35000 - Fax: (30) 28210 35001
alkinoos@maich.gr
www.maich.gr

IAM-Zaragoza

Dir.: Ignacio ROMAGOSA
Avda. Montañana 1005
50059 Zaragoza, Spain
Tel. (34) 976 716000 - Fax (34) 976 716001
iamz@iamz.ciheam.org
www.iamz.ciheam.org

Surveillance environnementale et développement

Acquis et perspectives - Méditerranée, Sahara et Sahel



Les opinions, les données et les faits exposés dans ce numéro sont sous la responsabilité des auteurs et n'engagent ni le CIHEAM, ni les Pays membres.

Opinions, data and facts exposed in this number are under the responsibility of the authors and do not engage either CIHEAM or Member-countries.

CIHEAM OSS

Observatoire du Sahara et du Sahel

Surveillance environnementale et développement

Acquis et perspectives - Méditerranée, Sahara et Sahel

Editeurs scientifiques :

M. Requier-Desjardins et N. Ben Khadra (coordinateurs), D. Nedjraoui,
W. S. Issoufou, M. Sghaier, M. Briki

OPTIONS méditerranéennes

Directeur de la publication :

Francisco Mombiela Muruzábal

2012

Série B : Etudes et Recherches

Numéro 68



Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes
International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies

L'édition technique, la maquette et la mise en page de ce numéro d'Options Méditerranéennes ont été réalisées par l'Atelier d'Édition de l'IAM de l'IAMM (CIHEAM)

Technical editing, layout and formatting of this edition of Options Méditerranéennes was by the Editorial Board of MAI Montpellier (CIHEAM)

Crédit photo de couverture / *Cover photo credits* :
Requier-Desjardins Mélanie, environs du site de Dougga en Tunisie,
2008

Tirage / *Copy number* : 250 ex.
Impact imprimerie
483 ZAC des Vautes
34980 Saint Gely-du-Fesc

Fiche bibliographique / *Cataloguing data* :

Comment citer cette publication / *How to quote this document* :

Requier-Desjardins M., Ben Khatra N., Nedjraoui D., Issoufou W.S., Sghaier M., Briki M. (eds). *Surveillance environnementale et développement : acquis et perspectives - Méditerranée, Sahara et Sahel*. Montpellier : CIHEAM (Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes), 2012. 254 p. (Options Méditerranéennes, Série B : Etudes et Recherches, n. 68)

Catalogue des numéros d'Options Méditerranéennes sur /
Catalogue of Options Méditerranéennes issues on :
www.ciheam.org/publications

ISSN : 1016-1228 – ISBN : 2-85352-485-X

© CIHEAM, 2012

Reproduction partielle ou totale interdite
sans l'autorisation du CIHEAM

*Reproduction in whole or in part is not permitted
without the consent of the CIHEAM*

Sommaire

Editorial	3
Introduction – Ben Khatra N., Briki M., Requier-Desjardins M.	5

Première partie

Surveillance environnementale, concept et outils

Des observations écologiques à la surveillance environnementale : un besoin pour comprendre et agir – Cornet A.....	11
Des systèmes de surveillance environnementale intégrés : vers la synergie des conventions – Jauffret S., Briki M., Ben Khatra N.....	25
Observation à long terme des environnements arides par satellites : retour d'expériences et perspectives - Escadafal R.....	41
Analyse de l'interaction entre les données socio-économiques et écologiques : synthèse régionale - Sghaier M.....	71
L'observatoire des zones humides méditerranéennes, un outil de gestion pour les zones humides méditerranéennes - Chazée L.....	95

Deuxième partie

Applications et enjeux scientifiques

Les Transects BIOTA de Surveillance de la Biodiversité en Afrique - Une approche pour un suivi environnemental à grande échelle – Jürgens N., Akasbi Z., Finckh M., Oldeland J., Schmiedel U.....	113
Expériences des peuls Uda'en du Niger dans la gestion des parcours : quelle implication dans les politiques environnementales ?– Soumana I., Mahamane A., Gandou Z., Sani M., Wata I., Ambouta J.M.K., Saadou M.....	129
Volet socio-économique de la surveillance environnementale : l'expérience du Mali - Diakité I.....	147
D'une approche conceptuelle à la production d'outils d'aide à la décision – Fetoui M., Sghaier M., Loireau M., Dérioz P., Chouikhi F.....	163
Enjeux et modes d'intégration de la dimension socio-économique dans la surveillance environnementale – Requier-Desjardins M.....	179

Troisième partie

Institutionnalisation de la surveillance environnementale : trois retours d'expériences à différentes échelles

La surveillance environnementale au sens de la Convention de lutte contre la désertification – Tarony S., Essahli W.....	195
--	-----

Acquis de l'expérience ROSELT/OSS dans le circum Sahara – <i>Ben Khatra N., Khiari H., Briki M.</i>	203
La surveillance écologique et environnementale au Niger : un instrument d'aide à la décision – <i>Issoufou W. S., Mahamane A., Ousseini I.</i>	219
Conclusion – <i>Requier-Desjardins M., Ben Khatra N., Briki M.</i>	231
Annexes	235
Annexe 1	237
Annexe 2	249
Annexe 3	251

Editorial

Le monde fait face aujourd'hui à un ensemble de problèmes environnementaux très menaçants : sécheresses prolongées plus fréquentes, perte de biodiversité, raréfaction de l'eau douce de qualité, dégradation des écosystèmes terrestres et aquatiques, accentuation de l'érosion édaphique, modification de la composition chimique de l'atmosphère, élévation déjà perceptible du niveau de la mer, etc.

Ces dysfonctionnements sont exacerbés par les variabilités et changements climatiques dont les impacts actuels et les scénarii prospectifs montrent que la région du Sahara et du Sahel est gravement affectée et demeure des plus menacées dans le monde. Confirmé et partagé, ce constat a éveillé les inquiétudes des sphères politiques et des communautés scientifiques. Il débouche sur l'adoption de plusieurs accords multilatéraux sur l'environnement, notamment ceux issus depuis 1992 du processus de Rio.

Dans le circum-Sahara, où les perturbations environnementales se font sentir avec acuité tant au niveau des écosystèmes que sur le plan socio-économique, le renforcement des outils de surveillance environnementale est plus qu'une nécessité pour aider à prendre les bonnes décisions.

La région, caractérisée par des écosystèmes très fragiles, est composée principalement de zones hyperarides, arides, semi-arides et subhumides sèches qui se caractérisent par des conditions climatiques souvent extrêmes. Cette région est aux niveaux continental et mondial, parmi celles qui connaissent les pressions les plus fortes sur les ressources naturelles.

En dépit de tous les efforts entrepris, notamment sous l'impulsion des Accords Multilatéraux sur l'Environnement, le décalage entre l'offre actuelle et les besoins en informations pour l'aide à la prise de décision se maintient sinon semble s'accroître.

En matière de surveillance environnementale, des informations plus précises sont requises pour élaborer des évaluations claires sur l'état des ressources naturelles. Malheureusement, des obstacles, souvent techniques, mais aussi institutionnels restreignent la production d'informations pertinentes et mises à jour.

Depuis deux décennies, l'OSS a développé des approches innovantes dans sa zone d'action, le circum Sahara, comme la surveillance environnementale (notamment grâce aux programmes ROSELT/OSS et DNSE), le suivi-évaluation des impacts des programmes d'action environnementaux (la CCD et la CCC en particulier), les systèmes d'alerte précoce à la sécheresse (application à l'Afrique du Nord), ou encore la gestion concertée des aquifères transfrontaliers. Ce sont là des expériences originales qui mettent en synergie des compétences régionales et internationales et contribuent à développer des méthodes de travail et des outils pour l'action.

L'OSS et le CIHEAM-IAM de Montpellier se sont associés pour approfondir la réflexion sur les pré requis du développement des systèmes de surveillance en organisant le séminaire international « Les systèmes de surveillance, outils de gestion, de planification et de mise en œuvre synergique des conventions environnementales : Enjeux et défis au circum Sahara ». Ce séminaire qui s'est déroulé les 1^{er} et 2 juin 2011 à Tunis a réuni une soixantaine de participants, des scientifiques, des experts, des opérateurs de développement et des institutions de

coopération aux différentes échelles (voir annexes 1, 2 et 3). Il a permis une restitution conjointe de l'expérience de différents systèmes nationaux et régionaux de surveillance environnementale.

Ce présent numéro d'Options Méditerranéennes vous invite à découvrir ces expériences et les réflexions qui en sont issues à travers douze contributions originales portant sur le développement des systèmes de surveillance environnementale et sur leurs applications.

Chedli FEZZANI
Secrétaire Exécutif de l'OSS

Vincent DOLLÉ
Directeur du CIHEAM-IAMM

Introduction

Nabil Ben Khatra*

Mourad Briki*

Mélanie Requier-Desjardins**

*Observatoire du Sahara et du Sahel

** CIHEAM-IAMM, France, UMR MOISA / CSFD

La désertification, les changements climatiques et l'érosion de la biodiversité sont des problématiques centrales pour le développement des régions arides, semi-arides et sub-humides sèches. C'est une réalité pour la région circum saharienne dont l'économie repose en grande partie sur des ressources naturelles extrêmement variables dans l'espace et dans le temps.

Dans cette région, la conjugaison de deux facteurs, climatiques et anthropiques, a favorisé une détérioration du couvert végétal, l'érosion des sols et la raréfaction des ressources en eau, compromettant ainsi la capacité des écosystèmes à répondre aux besoins croissants des populations qui y vivent. Le climat de cette région est caractérisé par des périodes de sécheresses récurrentes depuis les années 1970. La pression anthropique résulte d'un ensemble de facteurs parmi lesquels la forte croissance démographique, l'intensification et l'extension de systèmes de production agro-pastoraux ou encore la concentration d'un cheptel croissant sur des espaces plus réduits.

Les conventions de Rio sur la désertification, la biodiversité et le changement climatique (UNCCD, UNCBD, UFCCC) centrées sur la promotion d'un développement durable s'accordent sur la nécessité de disposer d'une bonne infrastructure informationnelle concernant la dynamique des processus environnementaux et socio-économiques. Elles recommandent la mise en œuvre de mécanismes de production, d'échange et de circulation d'informations pertinentes à différents niveaux.

Prise dans son contexte sensu largo, la surveillance environnementale couvre l'étude de la dynamique du milieu naturel, du milieu humain ainsi que les interactions établies entre ces deux aspects. Son objectif ultime n'est pas uniquement d'analyser et de comprendre le fonctionnement de ces systèmes et de leurs interdépendances complexes, mais aussi et essentiellement d'identifier des solutions concrètes tant en ce qui concerne l'utilisation des ressources naturelles et la satisfaction des besoins des sociétés locales, que la prévention et la restauration des dommages environnementaux.

Concrètement, la surveillance environnementale nécessite la collecte de données et la production d'informations sur les milieux naturels et les populations. Qu'elle soit sous forme d'indicateurs chiffrés, de cartes, de statistiques ou de graphiques, ces informations doivent être pertinentes, valides et fiables et élaborées à des fréquences régulières tout en couvrant le long terme.

Depuis sa création en 1992, l'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS), organisation intergouvernementale mobilisée sur la région circum saharienne a fait de la surveillance

environnementale le socle ses travaux. Avec l'appui de ses partenaires, elle a notamment conçu et mis en œuvre le réseau d'Observatoires de Surveillance Ecologique à Long Terme (ROSELT/OSS) depuis les années 1990¹. Bien que le ROSELT ne soit pas le seul réseau de surveillance environnementale dans le monde, il demeure une expérience singulière au niveau de la région circum-saharienne. En Afrique en effet, les expériences de mise en œuvre de systèmes d'observation environnementale pour l'élaboration d'une l'information au service du développement sont encore peu nombreuses, souvent à un stade démonstratif ou de recherche.

L'objet de ce numéro spécial d'options méditerranéennes est de présenter un état des lieux critique en matière de surveillance environnementale au niveau de l'Afrique circum-saharienne. Une revue d'expériences diversifiées sur différents systèmes nationaux et régionaux a été faite en se focalisant sur la région circum-saharienne². Les contributions proposées dressent un panorama historique de la surveillance environnementale à travers ses mises en œuvre concrètes. Elles abordent également différentes dimensions de la surveillance environnementales: socio-économie, développement, synergie des conventions et aspects institutionnels. Enfin, elles appuient leurs conclusions sur les retours d'expériences de différents réseaux existants dans la région. Un objectif spécifique est d'identifier des pré requis scientifiques et institutionnels nécessaires à une mise en œuvre synergique (au sens des trois conventions de Rio) de la surveillance environnementale.

La première partie du numéro revient sur le concept de surveillance environnementale, sur ses origines et ses outils principaux de mise en œuvre, les observatoires.

Le texte introductif d'A. Cornet retrace l'évolution des enjeux liés à la surveillance environnementale. Le recours aux observations environnementales dans le champ du développement a en effet modifié la nature de l'observation et ses finalités dans le sens d'une utilité immédiate, d'un service aux développeurs idéalement en temps réel. Il en résulte un changement dans les missions de la surveillance environnementale : il ne s'agit plus seulement de recherche pour un renouvellement de la connaissance, mais également d'assurer un suivi technique régulier, harmonisé, alimentant les bases de données nationales et internationales au service de la décision et des développeurs.

L'article de S. Jauffret et de l'OSS s'intéresse à la proximité entre les trois conventions de Rio du point de vue de la surveillance environnementale: la recherche d'objectifs communs mais aussi la possibilité d'indicateurs synergiques utiles pour une mise en œuvre conjointe et à moindre coût de systèmes d'informations harmonisées y est explorée. Le concept et l'outil Dispositif National de Surveillance Environnemental (DNSE) est suggéré à cet effet comme une réponse et un mécanisme potentiellement pertinent.

La télédétection est un outil de référence pour la surveillance environnementale. Cependant, elle présente des difficultés d'utilisation pour les zones arides à faible couvert végétal. R. Escadafal fait l'historique et l'évaluation des méthodes de télédétection adaptées pour suivre la dégradation des sols dans ces zones à partir de plusieurs projets de recherche dans le sud tunisien.

Outre le milieu naturel, la surveillance environnementale concerne également les aspects socio-économiques. Le texte de M. Sghaier aborde les origines et les évolutions méthodologiques de la prise en compte des dimensions humaines dans la surveillance environnementale à travers plusieurs projets de recherche-développement. Il s'appuie sur les travaux du réseau ROSELT/OSS et présente des résultats comparés entre les observatoires du réseau régional. Enfin, L. Chazee porte un regard original sur la surveillance environnementale à travers le récit de la coordination du premier rapport sur l'état des zones humides méditerranéenne. Il insiste

sur deux dimensions critiques pour tout réseau qui se veut opérationnel: son architecture institutionnelle d'une part et les outils de communication qu'il élabore d'autre part.

Dans la deuxième partie, différents enjeux et applications sont déclinés à propos de la surveillance environnementale. L'expérience du réseau BIOTA (Jurgén et alii) sur les observatoires de suivi de la biodiversité en Afrique renforce la connaissance des milieux naturels. Les résultats soulignent la capacité de résilience des zones les plus sèches, parmi les trois niveaux d'aridité considérés par la CCD (semi aride, arides, sub-humide secs). Une étude originale sur la mobilité pastorale au Niger (Soumana *et alii*) confirme que les communautés pastorales sont détentrices de connaissances locales inédites sur la biodiversité. Ces résultats peuvent-ils influencer les politiques environnementales dans le sens de favoriser une meilleure prise en compte de minorités détentrices de savoirs spécifiques? L'enjeu de la surveillance environnementale n'est plus ici seulement d'améliorer la connaissance par la science (protocole d'enquêtes), mais aussi par la préservation des sources de savoirs locaux et des pratiques (formes de vie) qui autorisent leur maintien (pastoralisme). On entre ici dans la dimension sociale et politique de la surveillance environnementale.

Les textes qui suivent présentent deux applications de la surveillance environnementale issues des travaux du réseau ROSELT/OSS. L'une porte sur les dimensions socio-économique dans les observatoires du Dispositif National de Surveillance Environnementale (DNSE) du Mali (I. Diakité). Faisant l'état de référence de la situation socio-économique des observatoires du pays, elle montre l'intérêt d'un dispositif normalisé pour un suivi régulier dans des zones révélatrices de la vulnérabilité conjointe des sociétés locales et du milieu naturel. La seconde contribution basée sur le développement d'un outil prospectif simulant l'évolution des paysages, fait l'analyse des risques de désertification (Fetoui *et alii*). Dans ces deux textes, c'est bien l'idée d'une observation de l'environnement au service du développement qui est déterminante, y compris pour l'innovation scientifique.

Enfin, un dernier article (Requier-Desjardins) clôt la question des enjeux socio-économiques par une revue des principaux indicateurs de développement durable en précisant leurs liens avec l'observation environnementale ainsi que les enjeux méthodologiques à différentes échelles de surveillance.

La troisième et dernière partie présente trois points de vue plus institutionnels sous la forme de récits à trois échelles distinctes d'analyse, l'un international, l'autre régional et le troisième national. S. Tarony rappelle l'antériorité de la CCD en matière de surveillance environnementale ainsi que les principales étapes de ses travaux depuis sa ratification en 1996. L'OSS (Ben Khadra, Khiari et Briki) relate pour sa part l'expérience du réseau régional des observatoires ROSELT/OSS dans le circum Sahara : il donne un aperçu des méthodes de travail et des différents produits élaborés. Enfin le CNSEE Niger (Wata Sama) montre comment un réseau régional d'observatoires tel que ROSELT/OSS a pu être décliné et adapté à l'échelle nationale pour devenir la référence institutionnelle du Niger en matière de mise en œuvre du suivi écologique et environnemental au service des structures de décisions nationale et internationale.

Ces trois contributions se répondent, relatant ainsi de la conception à la mise en œuvre, l'expérience de systèmes de surveillance environnementale ancrés dans les structures institutionnelles, administratives ou de planification, systèmes mis en place dans le cadre des AME et dont l'objectif final est de promouvoir des réponses adaptées aux besoins des populations rurales sur le terrain.

Notes

¹ Ce réseau est constitué d'un ensemble d'observatoires locaux au niveau desquels sont réalisées des collectes, traitement et analyses de données biophysiques et socioéconomiques sur l'état des ressources naturelles et les conditions de vie des populations ainsi que des suivis de télédétection. L'Algérie, le Burkina Faso, le Kenya, le Mali, le Maroc, le Niger, le Sénégal et la Tunisie sont parmi les partenaires fortement impliqués dans le développement de ce réseau ainsi que l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) en France qui a assuré la coordination scientifique de ce réseau régional entre 2000 et 2005.

² Les textes présentés ici sont issus du séminaire international portant sur «Les systèmes de surveillance, outils de gestion, de planification et de mise en œuvre synergique des conventions environnementales : Enjeux et défis au circum Sahara » qui a été organisé à Tunis les 1^{er} et 2 juin 2011 par l'OSS avec le CIHEAM-IAMM.

Première partie

Surveillance environnementale, concept et outils

Des observations écologiques à la surveillance environnementale : un besoin pour comprendre et agir

Antoine Cornet

Institut de Recherche pour le Développement (IRD)

Comité Scientifique Français de la Désertification

Résumé. C'est du besoin de comprendre les processus de fonctionnement des écosystèmes que sont nés les observatoires écologiques à long terme. L'intégration de l'homme dans la biosphère et l'étude de ses interactions avec le milieu ont conduit à l'émergence de l'environnement et à de nouvelles demandes, à la fois de la recherche et de la société en terme de compréhension et d'observation. Une nouvelle étape a été franchie avec l'affirmation des liens entre développement et environnement montrant à la fois la complexité des anthropo-écosystèmes, et les dangers liés aux changements globaux. Leur prise en compte internationale et les accords multilatéraux sur l'environnement ont conduit à de nouveaux besoins en information fiable et répétée sur de longues périodes pour promouvoir une meilleure gouvernance de l'environnement et des ressources. Nous souhaitons montrer que, des observatoires écologiques aux dispositifs de surveillance environnementale, les concepts, les approches, les objectifs, les échelles de pertinence et les outils ont évolué et se sont diversifiés.

La mise en place des Conventions internationales sur l'environnement a conduit à de nouveaux besoins et de nouvelles perspectives en matière de suivi évaluation de l'environnement en liaison avec leurs objectifs. Si ces besoins sont différenciés, ils sont complémentaires notamment en zones arides où l'état et la dynamique des écosystèmes, les pressions économiques et sociales concernent aussi bien la désertification que la biodiversité où les changements climatiques au moins sur le volet adaptation. Malgré cela, les systèmes développés sont différents et les mises en œuvre sont sectorisées. Une synergie est souhaitée, elle semble difficile au niveau global et progresse peu. Cependant aux niveaux nationaux et régionaux, concernant les dispositifs de surveillance environnementale et les programmes d'action elle paraît possible et indispensable.

Si le ROSELT s'est situé dans cette évolution, et a pu capitaliser de nombreux acquis, celle-ci n'est pas terminée et de nouvelles perspectives et de nouveaux enjeux apparaissent. L'avenir des observatoires et des dispositifs de suivi évaluation de l'environnement ne pourra se construire que sur des choix stratégiques clairs en terme d'objectifs, de positionnement, mais aussi d'innovations dans les constructions institutionnelles et les mécanismes de financement.

Mots-clés. Observatoires écologiques – surveillance environnementale – conventions internationales sur l'environnement – indicateurs - Désertification

From ecological observation to environmental monitoring: changes in approaches and objectives

Abstract. Long-term ecological observatories were born from the need to understand the processes involved in ecosystem functioning. Man's integration in the biosphere and the study of human interactions with the environment led to the emergence of new concepts and raised new questions in terms of understanding and observation. A further step was taken when confirmation of the links between development and the environment revealed the complexity of anthropo-ecosystems, and the risks associated with global change. These risks are now taken into account at international level and the resulting multilateral agreements on the environment underline the need for reliable and regular information over long periods of time to support better governance of the environment and resources. In this paper, we show that from ecological observatories to environmental monitoring devices, concepts, approaches, objectives, appropriate scales and tools have evolved and become more diversified.

The implementation of international conventions has led to the development of new approaches for monitoring and assessing the environment depending on the objective of the convention concerned. Although needs may differ, they are also complementary. This is particularly true in arid areas where the state and dynamics of ecosystems, and the economic and social pressures concern both desertification and biodiversity or climate change at least from the point of view of adaptation „

The ROSELT project is part of this development: it has been able to exploit many results, but has not yet completed more recent prospects or taken up new challenges. The future of the observatories and of environmental monitoring and assessment devices will require clear strategic choices in terms of objectives but also in terms of the innovation of institutional structures and financing mechanisms.

Keywords. Ecological Observatories - Environmental monitoring – Indicators - Multilateral agreements on the environment-Desertification

Introduction

Initiés par la recherche, les observatoires écologiques à long termes sont nés du besoin de comprendre les processus de fonctionnement des écosystèmes et leur dynamique. La mise en évidence des crises environnementales et de leurs conséquences sur le développement des sociétés ont accru les besoins d'information sur l'état des écosystèmes, des ressources naturelles et sur leur évolution. Parallèlement, il devient important de connaître les facteurs socio-économiques qui interagissent avec le milieu et souvent déterminent son changement. Cela conduit à développer des systèmes pluridisciplinaires d'observation et de suivi. L'affirmation du lien étroit entre l'environnement et le développement économique et l'arrivée du concept de développement durable vont conduire, après la Conférence des Nations Unies pour l'Environnement et le Développement (CNUED, RIO 1992), à l'émergence d'une volonté de régulation, d'intervention et de gouvernance de l'environnement par les pays et par la communauté internationale. Cette volonté d'intervention, va se traduire par des accords internationaux, des politiques, des programmes et des projets qui pour leur élaboration, puis pour leur évaluation demandent des informations valides, pertinentes et accessibles nécessitant la mise en place de dispositifs de surveillance environnementale et d'évaluation.

I – Evolution historique des concepts et des objectifs

L'évolution des observatoires écologiques vers les observatoires de surveillance environnementale est progressive, mais aussi multiforme. Les différentes réalisations cohabitent dans le temps, et leurs caractéristiques évoluent à des rythmes différents en fonction des besoins et des expériences. Cependant, il nous semble possible de distinguer trois types ou trois étapes dans cette évolution :

1. Les observatoires écologiques à long terme, qui sont destinés à comprendre le fonctionnement des écosystèmes et de la biosphère, ont correspondu à la mise en place de sites d'observation spécifiques et de protocoles de suivi prévus pour durer. On peut citer à titre d'exemple les parcelles d'observation du programme « Zones Arides » de l'UNESCO (1952-1960), les sites d'étude du Programme Biologique International (PBI), les observatoires du « Long Term Ecological Research Program » des USA. Dans cette démarche, l'action de l'homme est considérée comme une variable externe et une contrainte dont on cherche à s'affranchir par le choix des écosystèmes les moins perturbés (PBI), ou d'en déterminer l'impact par la mise en défens.

2. Les observatoires homme-milieu. L'emprise croissante des milieux anthropisés (agrosystèmes, jachères, zones dégradées...) et l'importance majeure de l'action de l'homme sur la dynamique des écosystèmes ont conduit les scientifiques des sciences écologiques, mais aussi du domaine social à élargir leur champ d'étude et à proposer des observatoires d'évolution des milieux, prenant en compte l'action de l'homme. L'action de ce dernier étant perçue en termes de pression : densité humaine, durée d'exploitation, prélèvement, charge en bétail etc.; de perturbations : déboisements, défrichements, changements d'usage etc. Parmi les exemples significatifs on notera, le programme MAB (L'homme et la biosphère) de l'Unesco

et les Réserves de la Biosphère, les observatoires population- environnement du programme DYPEN (Dynamique de Population et Environnement) (Picouet et al., 2004) et les sites du programme LUCC (Land Use and Cover Change) (Lambin et Geist, 2006).

3. Les Observatoires de surveillance environnementale. La communauté internationale suite aux constats des scientifiques, prend conscience des crises environnementales à une échelle globale: changements climatiques, pertes de biodiversité et dégradation des terres. L'interdépendance du développement économique et de l'environnement devient de plus en plus évidente. Le tournant se manifeste avec le concept de développement durable et ses trois piliers : environnemental, social, et économique, puis avec la conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (CNUED) à RIO en 1992. Alors émergela volonté de la communauté internationale d'établir les ébauches d'une régulation et d'une gouvernance environnementale au travers de l'Agenda 21 et des conventions ou accords multilatéraux sur l'environnement (AME). Ces évolutions, la mise en place d'institutions, d'accords internationaux, la nécessité de prises de décisions, vont conduire rapidement à des besoins importants d'information à différentes échelles, mais aussi à une adaptation des formes et de la circulation de cette information. Les concepts d'environnement et de développement, placent l'homme au centre des débats et des réflexions, de nouveaux objets d'études apparaissent : systèmes complexes, couplés, de type « Homme -Climat - Environnement » (Reynolds et al., 2007).

Le tableau 1 compare les évolutions que connaissent les observatoires par rapport à un certain nombre d'éléments clés, notamment leurs objectifs, les cadres conceptuels, les échelles et la représentativité, mais aussi les publics ciblés.

Tableau 1 : Evolution de quelques caractéristiques des observatoires

	Observatoires écologiques à long terme	Observatoires Homme/ Milieux	Observatoires de surveillance environnementale
Objectifs	Scientifiques, compréhension des processus	Comprendre la réponse des écosystèmes aux perturbations Concilier conservation et usages	Identifier les variables déterminant l'évolution des milieux Fournir les informations pertinentes aux décideurs
Cadres conceptuels	Corpus d'hypothèses scientifiques à vérifier	Modèles de dynamiques écologiques contraintes	Modèles de causalité intégrant les réponses sociales, systèmes complexes
Mesures	Variables du milieu, variables d'état, variables de processus	Variables Biophysiques, variables socio-économiques	Nouveaux outils, nécessité d'indicateurs et de cadres d'analyse
Action de l'homme	Contrainte ou variable externe	Conçue en termes de pression sur les ressources et de perturbation	Intégré à l'écosystème, l'homme est au centre du débat : Environnement - Développement
Représentativité	Liée à l'écosystème ou ensemble d'écosystèmes	Basée sur le croisement : Climat/Ecosystèmes/Types d'usages	Echelles de pertinence multiples, liées à l'action
Destinataires des résultats	Communauté scientifique, enseignement, grand public	Communauté scientifique, décideurs techniques, grand public	Multiplés, nécessité d'adapter l'information aux différentes cibles

Source : auteur

A l'origine, les objectifs dévolus aux dispositifs d'observation étaient des objectifs scientifiques de compréhension du fonctionnement et de la dynamique des écosystèmes. Le cadre conceptuel est constitué par des corpus d'hypothèses scientifiques à valider ou à infirmer, associés à l'utilisation de modèles empiriques ou biophysiques. Par la suite, les objectifs se transforment, ils restent scientifiques, pour la connaissance du fonctionnement et de la dynamique des écosystèmes et la compréhension de leurs réponses aux perturbations, notamment celles liées aux actions anthropiques. Ils deviennent aussi sociaux, en cherchant les moyens de concilier conservation et activités humaines, protection de la nature et développement. Le cadre conceptuel repose sur des modèles souvent empiriques de dynamiques écologiques contraintes par des stress et des perturbations. L'action de l'homme est conçue en termes de pression, face à une capacité de charge des écosystèmes. Rapport et

Friend en 1979 introduisent dans l'étude des données et des statistiques environnementales un premier cadre d'analyse intégrant stress, réponses et causalité.

Des conceptions renouvelées de la notion d'environnement et de sa place par rapport au bien être des populations, au devenir de la croissance économique, vont conduire à définir des objectifs nouveaux et plus complexes aux dispositifs de suivi évaluation. Ils vont chercher à identifier les interactions entre les déterminants économiques et sociaux de l'environnement et les aspects biophysiques de son fonctionnement. Les données et les informations constituent l'outil de base pour toute action en matière de gestion de l'environnement. On assiste progressivement à l'émergence de nouveaux concepts sur la compréhension des systèmes complexes et couplés: «climate- environnement-human» (Reynolds et al., 2007, *Global désertification Building a science for Dryland development*). De là vont découler de nouvelles approches intégrées pour le suivi et l'évaluation (Vogt et al., 2011).

Les échelles de représentativité et de pertinence sont liées initialement à l'écosystème qui constitue l'objet d'étude principal, il sera étendu parfois au complexe d'écosystèmes ou au paysage. Avec la prise en compte des activités humaines, la représentativité des zones d'observation sera souvent basée sur le croisement climat/écosystèmes/types d'usage. Dans les travaux multidisciplinaires apparaissent parfois des oppositions concernant les échelles de pertinence entre les disciplines biophysiques, sciences sociales et économiques: par exemple bassin versant versus terroirs ou communes.

Dans les conceptions récentes des observatoires de l'environnement, si les notions de représentativités naturalistes demeurent pour l'observation et les mesures, les échelles de pertinence sont celles de l'action, multiples, du global au local, avec des niveaux privilégiés. Dans le contexte actuel, le niveau national correspond bien au niveau le plus important en effet, il constitue l'élément de base pour les accords internationaux, il est aussi le lieu de définition des programmes d'action et des politiques. Avec les progrès de la décentralisation, et l'apparition de compétences nouvelles en matière d'environnement et de développement le niveau sub-national de la région devient également très important.

Les destinataires des résultats vont varier naturellement en fonction des objectifs. Au départ, les résultats portant sur des connaissances étaient destinés à la communauté scientifique au sens large, à l'enseignement et au grand public. Pour les observatoires couplant les études écologiques et les études socio-économiques, la communauté scientifique au sens large est concernée, mais aussi les acteurs techniques régionaux et nationaux. Cependant, les orientations données visent de manière plus explicite les décisions techniques que les décisions politiques ou économiques. Les politiques environnementales sont encore inexistantes ou balbutiantes. Dans la version récente des observatoires de l'environnement, les destinataires sont multiples, autant que les parties prenantes au problème: les institutionnels des AME, les décideurs politiques à différents niveaux, les scientifiques, les décideurs techniques, les acteurs de base, la société civile. L'information produite se veut outil d'aide à la décision. Cela conduit à traiter l'information non seulement en termes d'accessibilité, mais également en termes d'adaptation aux différentes cibles.

Le réseau d'observatoires ROSELT créé par l'OSS, s'inscrit dans cette dynamique. Lors de son élaboration les observatoires s'appuyaient sur les acquis précédents et notamment ceux de l'Ecothèque méditerranéenne (Long 1977) et du programme IGBP (International geosphere and biosphere programme) (Heal, Menaut, Steffen, 1993). Les observatoires furent choisis sur la base des zones agro-écologiques majeures et sur proposition des états. Un travail important de normalisation des mesures biophysiques fut réalisé (Cornet, 2004). Par la suite les observations socio-économiques ont été développées. Le défi majeur devint d'assurer l'interaction entre les données et les analyses socio-économiques et les observations écologiques biophysiques au sein d'approches intégrées mises en œuvre durant le processus d'observation. Pour ce faire, ce programme a traité les interactions entre homme-environnement en mettant l'accent sur le système « ressources végétales-usages-prélèvements ». L'intégration a été assurée à travers le modèle SIEL (Système d'Information Local sur l'Environnement) qui organise et intègre les données biophysiques et socio économiques dans une base de données. Ce modèle permet ensuite de générer un ensemble d'indicateurs qui, intégrés à différents niveaux et étapes de la

modélisation, permettront de proposer un indicateur synthétique spatialisé: *indice de désertification* (Loireau et al., 2007). Parallèlement l'OSS et le réseau ROSELT ont contribué à l'émergence des Dispositifs Nationaux de Suivi Environnemental (DNSE) destinés à répondre aux besoins des états dans le cadre des AME.

II - Les Conventions : les besoins et les perspectives

En 1992, au sommet de la terre à Rio, les pays réunis décident d'intervenir, pour réduire la dégradation de l'environnement et permettre un développement durable. Ils adoptent l'Agenda 21, qui est un plan d'action pour l'environnement pour le XXI^{ème} siècle. Ce document est structuré en 21 questions et chapitres. Le chapitre 12.0 concerne la gestion des écosystèmes fragiles des zones sèches, la lutte contre la désertification et la prévention des effets de la sécheresse. La décision 12.4 demande l'élaboration d'un traité international sur la désertification. Suite à un processus de négociations intergouvernementales, un texte sera élaboré. La Convention des Nations Unies de Lutte contre la Désertification sera signée à Paris en 1994 et entrera en vigueur en 1996.

La convention cadre sur les changements Climatiques, la convention sur la Biodiversité, ainsi qu'une déclaration de principe sur la gestion durable des forêts ont été adoptées à Rio en 1992. La déclaration de Rio, proclame le développement durable comme objectif commun de l'humanité. Elle comprend 27 principes, mais ne présente pas de caractère contraignant.

L'objectif des Conventions est de contribuer à un développement durable par une gestion appropriée de l'environnement. Elles visent à garantir un engagement à long terme des pays parties par un document juridiquement contraignant.

- Les parties touchées s'engagent à apporter l'attention nécessaire aux problèmes d'environnement et à établir des stratégies et des priorités dans le cadre des plans d'action nationaux et dans le cadre du développement durable. Les plans d'action sont les outils de base de la mise en œuvre des Conventions et représentent une obligation pour les pays affectés. Des engagements différents existent suivant chaque convention.
- Les pays développés parties doivent appuyer l'action menée par les pays en développement, favoriser l'accès des pays touchés à la technologie, aux connaissances et aux savoir-faire appropriés, développer les coopérations en matière de recherche et de formation et enfin, fournir des ressources financières et d'autres formes d'appui.

Des obligations communes à toutes les parties existent en termes de rapports d'exécution et de suivi-évaluation.

1. Des besoins diversifiés mais complémentaires

Les conventions sont établies pour prévenir, combattre et atténuer des crises environnementales globales, elles ont besoin de connaître: l'état de l'environnement aux différentes échelles du local au global, les évolutions et les tendances. Elles doivent déterminer les principaux facteurs agissants et donc procéder à l'analyse des actions des activités humaines directes ou indirectes, actuelles ou différées et leurs impacts sur l'environnement. La mise en œuvre des conventions repose sur la définition de politiques, de programmes et de projets. Leur élaboration, leur suivi et l'évaluation des résultats et de leurs impacts nécessitent des informations pertinentes et des indicateurs constituant des outils d'aide à la décision. Il en est de même pour le suivi des résultats de la stratégie, voire des objectifs chiffrés qu'elles peuvent se donner. Les pays parties ont à leur niveau des besoins similaires pour prendre les décisions nécessaires, définir et évaluer les programmes, satisfaire à leurs obligations de reporting.

2. Des systèmes différents et des mises en œuvre sectorisées

Les conventions sont à des stades d'avancement différents, par ailleurs, elles présentent chacune des procédures distinctes. Mais toutes développent, pour leur mise en œuvre, des jeux d'indicateurs et des systèmes de suivi et d'information. Pour résumer brièvement nous présenterons quelques éléments.

La Convention cadre des nations unies sur les changements climatiques (UNFCCC) a développé un système « top-down » global d'information sur l'état et l'évolution du climat : GCOS (Global Climate Observing System, 2004), qui permet le suivi et des évaluations périodiques. De manière plus récente, dans le cadre du volet adaptation, elle développe, avec l'appui du Groupe Intergouvernemental d'étude du Climat (GIEC) des systèmes d'observation à des échelles nationales ou locales.

La convention Biodiversité (UNCBD) met en place progressivement des indicateurs pour le suivi de la biodiversité et des actions engagées. Ce sont principalement des indicateurs de suivi de la Biodiversité destinés à éclairer des programmes de conservation. Des indicateurs de suivi ont également été élaborés, en relation avec les objectifs de développement durable. Ils prennent en compte l'effet des facteurs biologiques, physiques et sociaux sur la dynamique de la biodiversité. Par exemple, *l'Indicateur d'intégrité de la biodiversité (IIB)* étudie l'impact des activités humaines à partir d'un indice synthétique portant sur un regroupement de données de différents groupes d'espèces et comparées à un état initial supposé (Scholes et Biggs, 2005). La 7^{ème} conférence des parties (COP) a adopté une série d'indicateurs dans le cadre de la mise en œuvre de l'objectif (2010) : « Réduction substantielle de l'érosion de la Biodiversité et contribution à la réduction de la pauvreté ». Il s'agit d'indicateurs d'usage au niveau global, régional et national. Pour le développement et l'interprétation des indicateurs d'interface société nature, un cadre conceptuel basé sur: Usages, Pression, Etat et Réponse avait été adopté. Suite aux travaux de l'Evaluation du millénaire (MA, 2005) et à l'apport de la notion de «services des écosystèmes», un nouveau cadre PSURC (Pressure, State, Use, Response, Capacity) a été développé par l'UNCBD.

Suite à la conférence internationale de Paris en 2005 «Biodiversité: Science et Gouvernance», un processus de consultation internationale a abouti à la création, en 2010, de l'IPBES (<http://www.ipbes.net>). C'est une plate-forme scientifique intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (Intergovernmental Science Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services). Il s'agit d'une structure indépendante qui s'efforcera de traduire les informations scientifiques à destination des décideurs politiques dans l'optique d'un dialogue science-politique renforcé. Dans l'esprit de ses concepteurs, l'IPBES répondra aux questions posées par les gouvernements, et les accords multilatéraux concernés par la biodiversité et l'évolution des écosystèmes. Cette plate-forme prendra en compte les demandes des organes des Nations Unies, des organisations scientifiques, des ONG et du secteur privé.

La convention de lutte contre la désertification (CNULD) dans son texte fondateur (UNCCD, 1994), stipule l'exigence de mettre en place un processus de suivi-évaluation. Dès 1997, lors de la première conférence des parties (COP1) dans le cadre du comité de la science et de la technologie (CST1), il est spécifié la nécessité d'élaborer un jeu minimum d'indicateurs. Cependant les 2 premiers indicateurs d'impact n'ont été adoptés qu'à COP9 en 2009, pour une première application en 2012. Entre temps, des travaux et des réflexions ont été conduits sur les systèmes d'indicateurs en distinguant les indicateurs de mise en œuvre et les indicateurs d'impact, ainsi que la faisabilité de leur application dans les pays affectés. L'adoption de la stratégie décennale en 2008 a permis de nouveaux développements notamment en matière de suivi évaluation. En effet, la mise en œuvre de la stratégie a conduit à l'élaboration de «core indicateurs» destinés à mesurer les progrès obtenus sur les objectifs stratégiques. A partir de ces éléments, et du rapport de Berry et al. (2009), 11 indicateurs d'impact ont été proposés et deux ont été retenus à COP 9. Le Tableau 2 d'après CNULD (2009b) présente les indicateurs de base (S1 à S6) retenus pour le suivi des objectifs stratégiques : 1-Améliorer les conditions de vie des populations affectées, 2 -Améliorer l'état des écosystèmes et 3 - Générer des bénéfices au niveau global.

Tableau 2 - Indicateurs d'Impact recommandés concernant les objectifs 1, 2 et 3 de la Stratégie CNULD

Objectif 1 – Améliorer les conditions de vie des populations affectées

Indicateurs de Base	Niveau National	Niveau Global
S1- diminution du nombre de personnes affectées par la désertification S2- Augmentation de la proportion de ménages vivant au dessus du seuil de pauvreté, dans les zones affectées S3-réduction de la proportion de la population dont la diète est inférieure au minimum énergétique	I-Disponibilité en eau par habitant dans les zones affectées II-Changement dans l'utilisation des terres III-Proposition de la population dans les zones affectées vivant au dessus du seuil de pauvreté IV –Malnutrition Infantile	I-Disponibilité en eau par habitant dans les zones affectées III-Proportion de la population dans les zones affectées vivant au dessus du seuil de pauvreté V- Indice de développement Humain (PNUD)

Objectif 2 – Améliorer l'état des écosystèmes

Indicateurs de Base	Niveau National	Niveau Global
S4 – Réduction de la superficie totale des terres affectées par la désertification S5 – Accroissement de la production primaire nette dans les zones affectées	II - Changement dans l'utilisation des terres VI - Niveau de la dégradation des terres VII – Biodiversité animale et végétale VIII – Indice d'aridité IX – Etat du couvert végétal	IX – Etat du couvert végétal

Objectif 3 - Générer des bénéfices au niveau global

Indicateurs de Base	Niveau National	Niveau Global
S6 – Accroître le stockage du carbone dans les zones affectées	VII – Biodiversité animale et végétale	III-Proportion de la population dans les zones affectées vivant au dessus du seuil de pauvreté
S5 – Accroissement de la surface des terres sous gestion durable des terres	III-Proportion de la population dans les zones affectées vivant au dessus du seuil de pauvreté	XI - Surface des terres sous gestion durable des terres
	X – Stock de carbone dans la biomasse aérienne et dans les sols	
	XI - Surface des terres sous gestion durable des terres	

Source : Adapté de Orr 2011 et UNCCD, décision 17/COP 9(2009b)

Le tableau montre également les 11 indicateurs d'impact proposés (I à XI) parmi lesquels les deux indicateurs adoptés par les pays parties en 2009 comme devant être obligatoirement renseignés : Proportion de la population dans les zones affectées vivant au dessus du seuil de pauvreté et Etat du couvert végétal. Ils devront être utilisés dans les rapports des pays affectés à partir de 2012.

Les autres indicateurs d'impact recommandés restent optionnels quand à leur utilisation pour la rédaction des rapports. Ils font dans le cadre du Comité de la Science et de la Technologie, l'objet d'un processus itératif d'amélioration (Orr, 2011) et de test. Ils sont testés sur une base volontaire par des pays affectés.

Le but général du suivi et de l'évaluation environnementale est de permettre de réaliser une analyse quantitative de l'information et d'en tirer une synthèse en rapport avec des objectifs spécifiques. L'analyse de la variation des indicateurs pris individuellement sera insuffisante pour comprendre l'impact global des mesures mises en œuvre. Il est donc nécessaire de définir un cadre théorique robuste pour la définition et l'analyse intégrée des indicateurs. Pour cela, les indicateurs doivent être choisis et explicités dans le contexte d'une compréhension du processus et du rôle possible des interventions sur ce processus (Orr, 2011). Le cadre conceptuel doit représenter les liens de causalités entre les forces agissantes, l'état de l'environnement, ses liens avec la société et les interventions adoptées et leur impact. La détermination des indicateurs a reposé essentiellement sur des modèles de type : Pressions, Etats, Réponses (OCDE, 1993) ou de modèles dérivés (DPSIR - Driving forces, Pressure, State, Impact, Response). Le Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM), en ce qui concerne le domaine de la dégradation des terres, a formulé un modèle intégrant les services des écosystèmes (GEF, KM: Land Initiative, 2010). Dans le travail sur l'amélioration des indicateurs d'impact de l'UNCCD, Orr (2011) propose un cadre conceptuel amélioré, dérivé à la fois de DPSIR et intégrant les services des écosystèmes et cohérent avec celui du FEM.

3. Quelles synergies ?

De nombreux éléments dans les textes des accords multilatéraux sur l'environnement soulignent les nécessaires interrelations entre les conventions et encourageant à coordonner

leurs activités. Des recommandations similaires sont formulées lors des conférences des parties. En 2001 il a été créé un organe de liaison, le JLG (Joint Liaison Group, 2007). Malgré ces efforts, peu de progrès ont été constatés. Les origines différentes de ces accords, les rôles différenciés de la communauté scientifique, des gestions sectorielles de l'environnement au niveau des pays freinent les synergies au niveau global. Concernant la surveillance environnementale des stades d'avancée très différents entraînent des réticences.

Cependant, les conventions partagent de nombreux objectifs et comportent de nombreux thèmes transversaux communs. Elles concernent un nombre important de parties prenantes communes notamment en zones sèches. L'état et la dynamique des écosystèmes, les évolutions économiques et sociales et leur impact sur les ressources, la recherche d'un développement durable concernent à la fois Désertification, Biodiversité et Adaptation aux changements climatiques (Cowie et al., 2011). Face à cette situation, de nombreuses réflexions conduisent à encourager et à promouvoir une synergie plus forte aux niveaux régionaux et nationaux en développant l'alignement des programmes d'action et l'intégration des dispositifs de suivi et d'évaluation de l'environnement. (Verstraete et al., 2011, Chasek et al., 2011). Dans ce sens, la création de dispositifs nationaux de suivi environnemental (DNSE) permettant de répondre au niveau national à des besoins variés liés aux différentes conventions, semble une voie prometteuse.

III - Quelques enjeux pour les observatoires et les dispositifs de suivi évaluation

Les observatoires et les dispositifs de suivi-évaluation environnemental ont permis des progrès certains, dans la connaissance des dynamiques à long terme des milieux et dans la compréhension des forces agissantes sur ces évolutions. Des méthodes et des outils nouveaux ont été élaborés. L'harmonisation des méthodes de mesures et des données ont permis d'améliorer leur qualité et de faciliter leur comparaison, leur stockage et leur analyse. Le développement de systèmes de circulation et de gestion de l'information a été réalisé ou est en cours à des échelles plus globales. Ces acquis sont importants pour la connaissance et pour le suivi environnemental. Le réseau ROSELT y a largement contribué pour l'aire péri-saharienne (OSS, 2004). Cependant on constate une faible opérationnalité des systèmes existants pour éclairer les prises de décision et appuyer les processus de planification pour le développement et la préservation des ressources. Un décalage important existe entre les données produites et les besoins en informations des décideurs, qu'il s'agisse du niveau international des AME, où de nombreuses contraintes empêchent la création d'un cadre intégré de surveillance environnementale apte à faciliter leur mise en œuvre, ou du niveau national pour lequel un cadre unifié de gestion de l'environnement et d'aide à la décision reste souvent à élaborer.

Parallèlement à cela, les réseaux et dispositifs d'observation ont du mal à assurer leur pérennité pour des raisons aussi bien institutionnelles que financières. Au niveau international les organisations intergouvernementales et les programmes internationaux (GEF, WOCAT, LADA ...) jouent un rôle de plus en plus important en amont des Etats pour fournir les données et les indicateurs nécessaires à la mise en œuvre des conventions. Celles-ci tendent d'ailleurs à se doter de leurs propres dispositifs globaux d'observation. Sur le plan institutionnel, dans le domaine du suivi et de l'évaluation, la première conférence scientifique (UNCCD, 2009a) avait proposé la création d'un dispositif nouveau, le Global Dryland Observing System (GDOS) destiné à coordonner à compléter et soutenir les systèmes existants. Les parties ont manifesté peu d'intérêt pour ce projet qui est cependant repris dans des publications récentes (Verstraete et al., 2011). Par ailleurs la 9^{ème} conférence des parties a entrepris une consultation sur la mise en place d'un dispositif indépendant de conseil scientifique à la convention. Quelle qu'en soit la forme, il est probable qu'il aura un rôle important dans l'évaluation de la désertification et la mise en place de dispositifs d'information et de suivi.

Au niveau national le plus souvent des dispositifs éclatés et sectorisés manquent cruellement de moyens financiers et humains. Devant cet état de fait, il convient de se poser la question de l'adéquation des dispositifs d'observation aux besoins importants en information aux différents niveaux. Que faire pour que ces dispositifs répondent à la demande existante, que leur plus value soit reconnue et qu'ils puissent être maintenus et financés ?

A partir de l'analyse de l'évolution des concepts, des méthodes et des besoins, ainsi que des expériences concrètes présentées lors du séminaire, il devrait être possible de réfléchir aux enjeux stratégiques importants dans le domaine de l'observation environnementale, et d'en tirer quelques recommandations pour le devenir des dispositifs existants. Nous nous contenterons ici de présenter quelques pistes de réflexion pour la discussion.

Il est possible de distinguer deux types d'enjeux: d'une part, des enjeux stratégiques de définition, de contenu et de positionnement qui vont correspondre au rôle même des observatoires ou dispositifs par rapport aux besoins et aux évolutions connus, et d'autre part, des enjeux de fonctionnalité et de durabilité qui correspondent plus à des modalités de construction institutionnelles susceptibles d'en assurer le bon fonctionnement et la pérennité.

1. Des enjeux stratégiques de définition, de contenu et de positionnement

La première question à se poser, est comment dans les zones sèches en général et dans l'aire circumsaharienne en particulier, les observatoires et les dispositifs mis en place peuvent-ils répondre aux besoins des accords multilatéraux, des pays, aux besoins des territoires et éventuellement aux nécessités de la recherche. Peuvent-ils satisfaire toutes ces demandes? Quelles priorités établir?

Les Indicateurs élaborés au niveau des conventions concernent des échelles globales ou nationales, ils reposent sur des mesures représentatives, répétées sur des superficies importantes, associées avec des données statistiques nationales. Il est impossible pour un observatoire, aussi représentatif soit-il, de fournir seul ces informations. Il semble que les dispositifs nationaux de surveillance environnementale puissent palier à cette difficulté et répondre aux exigences d'une mise en place de systèmes de surveillance intégrés répondant aux attentes des principaux AME.

La mise en œuvre des trois conventions issues de Rio, avec leurs similitudes, leurs objectifs partagés et leur lien avec le développement incite au niveau des pays parties à réfléchir également à la mise en place d'un dispositif intégré de surveillance environnementale permettant l'élaboration de tableau de bord pour la gestion de l'environnement. Il répondrait ainsi aux besoins des Etats pour satisfaire à l'élaboration des rapports et des plans d'action, mais aussi comme aide à la décision pour la définition des politiques, des programmes et des projets. Cela suppose un rôle déterminant et fort des Etats pour s'approprier la surveillance environnementale.

Aux échelles locales ou sub-nationales des territoires, l'élaboration de projets locaux de développement durable, de programmes d'action environnementale de préservation et de gestion des ressources demandent de plus en plus de données fiables et de repères sur l'état de l'environnement et sur l'impact des actions entreprises. Les dispositifs de surveillance peuvent fournir aux projets ces éléments. Ils pourraient jouer également un rôle dans l'évaluation des impacts à une échelle régionale et sur des pas de temps supérieurs à ceux des projets.

Les observatoires contribuent également au progrès de la recherche et à la formation. Le rôle de la recherche dans les observatoires est essentiel pour en assurer la pertinence. Cependant on note une séparation de plus en plus fréquente entre les observatoires de recherche (ORE, observatoires de recherche en environnement créé en 2002, SOERE, Systèmes d'observation et d'expérimentation sur le long terme pour la recherche en environnement créée en 2009) et les

Observatoires de surveillance environnementale souvent non publics, constitués sur des bases associatives et ciblés sur une problématique précise.

Le positionnement des dispositifs de surveillance dépend tout d'abord des objectifs et des options retenues, cependant l'expérience montre des points clés qu'il convient de préciser. D'une part il apparaît indéniable que le niveau national est un niveau essentiel. Il en découle, la nécessité d'une appropriation au niveau des états parties conduisant au décloisonnement institutionnel, à l'intégration de sources différentes, et à la mise en place d'un outil d'aide à la décision.

L'intérêt d'un positionnement supra-national (réseau régionaux d'observatoires) a souvent été souligné: harmonisation entre les pays, produits d'analyse comparative, aide à la formation etc. Cependant le positionnement régional doit être évalué en fonction de la signification de cette dimension régionale par rapport aux cadres politiques (Nations unies), aux structures existantes, aux programmes internationaux. Quelle implication régionale par rapport à quelles fonctions et pour quelle plus value?

2. Des enjeux de fonctionnalité et de durabilité

Quels montages institutionnels doit-on mettre en place pour favoriser le bon fonctionnement des dispositifs d'observation. Des arrangements institutionnels pour l'opérationnalisation des systèmes de surveillance et l'intégration de leurs produits dans le processus décisionnel sont à élaborer, des liens sont à mettre en place entre les pouvoirs publics, les institutions de recherche, les acteurs de développement et la société civile. Cette structure institutionnelle devra permettre la reconnaissance et la prise en compte des avis, la stabilité, la robustesse et l'efficacité du dispositif face aux changements économiques et politiques, la flexibilité dans le temps et entre pays et enfin la qualité et la pertinence. L'implication de l'état et des collectivités est essentielle. La participation des utilisateurs à la définition des protocoles et des produits semble un facteur de succès important. Les formes de structures participatives, bâties sur des bases contractuelles, décloisonnées, interinstitutionnelles, incluant les représentants de la société civile, contribuent à la robustesse et à l'efficacité du dispositif. Bien entendu ce ne sont que des pistes et chaque construction institutionnelle sera particulière compte tenu du contexte.

Quels financements ? Les observatoires et les dispositifs de surveillance environnementale ont un coût et doivent bénéficier de financements adéquats. La difficulté réside non seulement dans les montants nécessaires mais aussi dans une certaine continuité des financements sur le long terme. Quelles sont les sources de financement possibles ? Des financements internationaux existent, mais ils sont dans la majorité des cas liés à des projets et de durée limitée. Enchaîner des projets successifs pour permettre la durabilité des observatoires est très aléatoire. Combien d'observatoires mis en place se sont interrompus en même temps que les financements extérieurs et ont disparus. Quant aux financements internationaux pérennes, ils sont quasi inexistantes. La communauté internationale ne pourra pas pourvoir de manière continue aux besoins de la surveillance environnementale dans les pays. Des solutions régionales pourraient exister avec la constitution de fonds régionaux alimentés par les pays disposant de ressources (pétrole ou autre). Les Etats nous l'avons vu sont les principaux bénéficiaires des travaux des observatoires et des dispositifs de surveillance environnementale, à ce titre, mais aussi au titre de leur engagement dans le processus, il est indispensable qu'ils contribuent financièrement à leur fonctionnement. Certes cette contribution ne pourra qu'être proportionnelle à leurs ressources. Il s'avère donc indispensable de rechercher des solutions innovantes de financement. Si les mécanismes du marché s'avèrent difficilement capables de dégager des financements importants pour l'environnement, pourquoi ne pas penser à des financements récurrents basés sur des prélèvements forfaitaires, sur les montants des projets par exemple.

Au-delà de la définition stratégique des objectifs des observatoires et dispositifs de surveillance, leur avenir et leur succès dépendra des capacités d'imagination et d'innovation dans les constructions institutionnelles et les mécanismes de financement.

Références

Berry L., Abraham E., Essahli W. 2009. *The UNCCD Recommended Minimum Set of Impact Indicators: consultancy report* [en ligne]. Bonn : UN Convention to Combat Desertification. 99 p. [consulté en janvier 2012].

<http://www.unccd.int/regional/rcm/docs/UNCCD%20Min%20Set%20of%20Impact%20Indicators%20Final%20Report%20June%204.pdf>

Chasek P., Essahli W., Akhtar-Schuster M., Stringer L.C., Thomas R. 2011. Integrated land degradation monitoring and assessment: horizontal knowledge management at the national and international level. *Land Degradation & Development*, vol. 22, n. 2, Mars-Avril 2011, p. 272- 284.

Cornet A. 2004. Le Suivi de la désertification en Afrique. *Comptes Rendus de l' Académie d'Agriculture*, Séance du 12 mai 2004, vol. 90, n. 3, p. 67-75.

Cowie A.L., Penman T.D., Gorissen L., Winslow M.D., Lehmann J., Tyrrell T.D., Twomlow S., Wilkes A., Lal R., Jones J.W., Paulsch A., Kellner K., Akhtar-Schuster M. 2011. Towards sustainable land management in the drylands: scientific connections in monitoring and assessing drylands degradation, climate change and biodiversity. *Land Degradation & Development*, vol. 22, n. 2, Mars-Avril 2011, p.248-260.

GEF, KM: Land Initiative. 2010. *Project indicator profiles for the GEF Land Degradation Focal Area* [en ligne]. Hamilton : UNU – INWEH. 67 p. [consulté en janvier 2012].

http://www.inweh.unu.edu/drylands/docs/KM-Land/Project%20Indicator_Methodology_Jan11_Final.pdf

Global Climate Observing System (GCOS). 2004. *Implementation plan for the Global Observing System for Climate in support of the UNFCCC* [en ligne]. Geneva : WMO. 153 p. (GCOS Report, n. 92). [consulté en janvier 2012].

http://www.wmo.int/pages/prog/gcos/Publications/gcos-92_GIP.pdf

Heal W.O., Menaut J.-C., Steffen W.L. (eds.). 1993. *Towards a global terrestrial observing system (GTOS): detecting and monitoring change in terrestrial ecosystems* [en ligne]. Workshop, OSS, GCTE, IGBP, MAB/Unesco, Fontainebleau (France), 27-31 juillet 1992. Paris : UNESCO. 70 p. (MAB Digest, n. 14, IGBP Global Change Report, n. 26). [consulté en janvier 2012].
<http://unesdoc.unesco.org/images/0009/000953/095390eb.pdf>

Joint Liaison Group of the Rio Conventions. 2007. *Adaptation under the Frameworks of the CBD, the UNCCD and the UNFCCC* [en ligne]. Bonn : CBD, UNCCD, UNFCCC. 16 p. [consulté en janvier 2012].

http://www.unccd.int/publicinfo/factsheets/pdf/adaptation_eng.pdf

Loireau M., Sghaier M., Fetoui M., Ba M., Abdelrazik M., D'Herbes J.-M., Desconnet J.-C., Leibovici D., Debard S., Delaître E. 2007. Système d'information sur l'environnement à l'échelle locale (SIEL) pour évaluer le risque de désertification : situations comparées circumsahariennes (Réseau ROSELT). *Sécheresse*, Octobre 2007, vol. 18, n. 4, p. 328-335.

Lambin E.F., Geist H.J. (eds.). 2006. *Land-Use and Land-Cover Change: Local processes and Global Impacts*. Berlin : Springer. 222 p. (Global Change - The IGBP Series).

Long G. 1977. The Ecothèque Méditerranéenne. *Nature and resources*, vol. XIII, n. 4, p 17-18.

MA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: synthesis* [en ligne]. Washington : Island Press.155 p. [consulté en janvier 2012].

<http://www.maweb.org/en/Synthesis.aspx>

OCDE (Organisation pour la Coopération et le Développement Economique). 1993. *OECD core set of indicators for Environmental performance review: a synthesis report by the Group on the state of the Environment*. Paris : OCDE, 39p. (Environment Monographs Report, n. 83).

Orr B.J. 2011. *Scientific review of the UNCCD provisionally accepted set of impact indicators to measure the implementation of strategic objectives 1,2 and 3: White Paper version 1, January 2011* [en ligne]. Bonn : UN Convention to Combat Desertification. 145 p. [consulté en janvier 2012].

<http://www.unccd.int/science/docs/Microsoft%20Word%20-%20White%20paper%20Scientific%20review%20of%20indicators%20Ver1%2031011%E2%80%A6.pdf>

Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS). 2004. *Un dispositif commun de surveillance de la désertification en Afrique circumsaharienne : acquis et regard rétrospectif* [en ligne]. Tunis : OSS. 64 p. [consulté en janvier 2012].

<http://www.oss-online.org/pdf/RSLT0061.pdf>

Picouet M., Sghaier M., Genin D., Abaab A., Guillaume H., Elloumi M. (eds.). 2004. *Environnement et sociétés rurales en mutation : approches alternatives*. Paris : IRD. 392 p. (Latitudes 23).

Rapport D., Friend A. 1979. *Towards a comprehensive framework for environmental statistics: a stress – response approach*. Ottawa : Statistics Canada. 90 p.

Reynolds J.F., Stafford Smith D.M., Lambin E.F., Turner B.L., Mortimore I.I., Batterbury S.P.J., Downing T.E., Dowlatabadi H., Fernandez R.J., Herrick J.E., Huber-Sannwald E., Jiang H., Leemans R., Lynam T., Maestre F.T., Ayarza M., Walker B. 2007. Global desertification: building a Science for drylands development [en ligne]. *Science*, Mai 2007, vol. 316, p. 847-851. [consulté en janvier 2012].

<http://www.sciencemag.org/content/316/5826/847.full>

Scholes R.J., Biggs R. 2005. A biodiversity intactness index. *Nature*, Mars 2005, vol. 434, p. 45-49.

UNCCD. 1994. *United Nations Convention to Combat Desertification in countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa* [en ligne]. Bonn : UN Convention to Combat Desertification. [consulté en janvier 2012].

<http://www.unccd.int/convention/text/convention.php>

UNCCD. 2009a. *UNCCD 1st Scientific Conference: synthesis and recommendations. Note by the secretariat* [en ligne]. Bonn : UN Convention to Combat Desertification. 18 p. [consulté en janvier 2012].

<http://www.unccd.int/php/document2.php?ref=ICCD/COP%289%29/CST/INF.3>

UNCCD. 2009b. *Report of the conference of Parties on its Ninth Session, held in Buenos Aires from 21 September to 2 October 2009. Addendum. Part two: Action taken by the Conference of the Parties at its ninth session* [en ligne]. Bonn : UNCCD. 132 p. [consulté en janvier 2012].

<http://www.unccd.int/cop/officialdocs/cop9/pdf/18add1eng.pdf>

Verstraete M.M., Hutchinson C.F., Grainger A., Stafford Smith M., Sholes R.J., Reynolds J.F., Barbosa P., Leon A., Mbow C. 2011. Towards a global drylands observing system: observational requirements and institutional solutions. *Land Degradation & development*, Mars-Avril 2011, vol. 22, n. 2, p 198-213.

Vogt J., Safriel U., Von Maltiz G., Sokona Y., Zougmore R., Bastin G., Hill J. 2011. Monitoring and assessment of land degradation and desertification: toward new conceptual and integrated approaches. *Land Degradation & development*, Mars-Avril 2011, vol. 22, n. 2, p 150-165

Des systèmes intégrés de surveillance environnementale : vers la synergie des conventions

Sandrine Jauffret¹, Mourad Briki², Nabil Ben Khatra²

1 Directrice adjointe de l'agence Internationale, G2C environnement, Groupe ALTEREO

2 Observatoire du Sahara et du Sahel

Résumé. A la lecture des textes des conventions post-Rio, il ne fait nul doute de l'importance de l'information environnementale pour assurer à la fois la lutte contre la désertification et la perte de biodiversité et l'adaptation aux changements climatiques à travers la mise en place de dispositifs de collecte de données et de production d'informations harmonisés et intégrés.

Dans ce contexte, la circulation de l'information mutualisée et mutuellement profitable pour la mise en œuvre des engagements internationaux pris par les pays est cruciale pour la rationalisation des moyens et la cohérence des actions entreprises pour faire face aux défis environnementaux actuels.

Plus que nulle part ailleurs, l'économie des pays de la zone circum-saharienne est fortement dépendante de l'utilisation des ressources naturelles et donc de leur bonne gestion. Cette gestion durable ne peut être assurée qu'à travers l'élaboration de diagnostics fiables de l'état des ressources naturelles et de la dynamique des populations et des usages qu'elles en font. Pour ce faire, il est essentiel de développer des systèmes d'observation et d'information environnementaux intégrés. Idéalement, les données collectées et traitées doivent permettre de :

- fournir une information utile pour le suivi de la mise en œuvre des politiques nationales, en particulier des divers plans d'action nationaux
- orienter les décisions politiques pour la planification des mesures à prendre pour la lutte contre la désertification, l'adaptation aux changements climatiques et la préservation de la biodiversité.

Ce souci permanent de l'OSS de développer des outils d'aide à la décision l'a amené à valoriser l'expérience acquise par le réseau ROSELT/OSS en soutenant la mise en place des Dispositifs Nationaux de Surveillance Environnementale (DNSE) dans les pays circum-sahariens. Des études récentes menées par l'OSS dans le cadre de la mise en œuvre de ces dispositifs permettent d'illustrer l'effort mené par les pays afin d'assurer la synergie des conventions. Cependant, l'exercice se heurte à de nombreux obstacles notamment en raison de l'exigence requise pour assurer la qualité et l'utilité de l'information produite.

L'objet de cet article est donc de présenter en premier lieu les données et informations communes requises par les 3 principaux accords multilatéraux sur l'environnement afin d'identifier les synergies possibles. Dans un deuxième temps, les expériences en cours menées dans le cadre des dispositifs nationaux de surveillance environnementale seront exposées afin d'analyser les acquis et difficultés rencontrées dans la mise en place des systèmes de surveillance environnementale intégrés, élément central de ces dispositifs, qui devront permettre d'assurer la synergie des conventions. Enfin, nous insisterons sur les exigences (techniques et institutionnelles) que la mise en place de systèmes de surveillance environnementale intégrés requiert.

Mots-clés. Conventions environnementales, synergie, systèmes de surveillance environnementale intégrés

Abstract.

The texts of the post-Rio conventions leave no doubt concerning the importance of environmental information to support the fight against both desertification and loss of biodiversity as well as adaptation to climate change by developing systems for the collection of data and the production of coordinated, integrated information.

In this context, the dissemination of shared and mutually beneficial information for the implementation of international commitments is crucial for the rationalization of resources and the consistency of actions designed to address environmental challenges.

More than anywhere else, the economies of countries in circum-Saharan Africa are extremely dependent on the use of natural resources and hence on their good management. Sustainability can only be efficiently managed via reliable diagnoses of the condition of natural resources, population dynamics, and the practices used by local populations. To this end, there is a great need to both increase observations and develop integrated environmental information systems. Ideally, data collection and processing should be able to:

provide useful information to enable monitoring of the implementation of national policies, especially action plans,

support policy decisions to fight desertification, support adaptation to climate change and the conservation of biodiversity.

OSS's objective to develop decision-support tools led to the decision to exploit the experience acquired by ROSELT / OSS by supporting the establishment of national environmental monitoring systems (DNSE) in circum-Saharan countries. Recent studies by OSS on the implementation of these systems reveal the efforts made by these countries to ensure the synergy of the conventions. However, many challenges have to be faced, particularly to ensure the quality and usefulness of the information produced.

In this paper, we first present the data and information required by the three major multilateral environmental agreements, the aim being to identify possible synergies. In the second part, we describe the experiments conducted as part of national environmental monitoring with the aim of analyzing the achievements and difficulties encountered during the implementation of integrated environmental monitoring systems, a central element of these devices, which will help ensure the synergy of the conventions. Finally, we focus on the technical and institutional requirements of the implementation of integrated environmental monitoring systems.

Keywords Environmental conventions, synergy, integrated systems of environmental monitoring

I – Importance de l'information environnementale pour les trois conventions

Le rapport de la conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement (plus connu sous le nom de Sommet de la Terre) qui s'est tenue à Rio les 3 et 4 juin 1992, soulignait déjà l'importance de l'information dans son chapitre 40 intitulé : « L'information pour la prise de décisions ».

En introduction de ce chapitre, il est rappelé que : « Dans le cadre du développement durable, chacun est un utilisateur et un fournisseur d'informations, au sens large. Il faut entendre par là des données, des renseignements, des expériences présentées de façon appropriée et des connaissances. Le besoin d'informations se fait sentir à tous les niveaux, du niveau national et international chez les principaux décideurs au niveau local et à celui de l'individu. Pour veiller à

ce que les décisions soient de plus en plus fondées sur des informations correctes, il y a lieu d'appliquer les deux éléments ci-après du programme :

- a) Elimination du fossé qui existe en matière d'information ;
- b) Amélioration de l'accès à l'information.

Ainsi, lors de la rédaction des trois accords multilatéraux sur l'environnement (AME), la question de l'information et de sa circulation a été centrale et a fait l'objet d'une attention particulière qui a été traduite dans de nombreux articles. Il y est régulièrement fait mention de la nécessité de produire, soumettre et faire circuler les informations utiles à la prise de décision, notamment grâce à la mise en place de dispositifs de collecte, de traitement et d'échanger des données et des informations. En effet, la gestion durable des terres ne peut se faire qu'à partir de données et d'informations fiables qui sont diffusées au bon moment aux décideurs concernés.

1. La Convention-Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique et l'information

La CCNUCC souligne dans ses engagements (article 4, alinéa 2b) la nécessité de soumettre des informations détaillées sur les politiques et mesures.

Elle insiste sur la nécessité de renforcer l'observation systématique, encourager l'accès aux données, leur analyse et promouvoir l'échange dans le cadre du développement de la recherche (article 5, alinéa b).

En matière d'éducation, formation et sensibilisation du public (article 6, alinéa a ii), il est question de fournir un accès public aux informations concernant les changements climatiques et leurs effets. Cette mention est d'autant plus importante qu'elle appelle au développement de la communication sur les changements climatiques et ce, pour tous les publics et pour tous les citoyens.

Enfin, la communication d'informations concernant l'application (article 12) est essentielle pour sa mise en œuvre afin d'évaluer à la fois le processus lui-même et l'impact de sa mise en œuvre.

2. La Convention des Nations Unies sur la Diversité Biologique et l'information

La CNUDB propose de focaliser ses efforts sur l'échange d'information (article 17) en facilitant l'échange d'informations, provenant de toutes les sources accessibles au public, intéressant la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique. Ceci concerne plus précisément la valorisation des informations issues des résultats des recherches techniques, scientifiques et socio-économiques, des programmes de formation et d'études, des connaissances spécialisées et des connaissances autochtones et traditionnelles¹.

La Convention sur la Diversité Biologique souligne aussi dans son article 18 (coopération technique et scientifique) la nécessité de créer un centre d'échange pour encourager et faciliter la coopération technique et scientifique.

3. La Convention des Nations Unies de Lutte Contre la Désertification et l'information

La CNULCD plus connu sous l'acronyme CCD préconise quant à elle dans son article 10 (alinéa 3) des mesures ayant trait à la création de Systèmes d'Information Intégrés locaux,

¹ Cet échange comprend aussi le rapatriement des informations.

nationaux et sous-régionaux qui devront permettre d'aider à prévenir les effets de la sécheresse (systèmes d'alerte précoce, dispositifs de prévention et de gestion des situations de sécheresse, etc.).

Pour se faire, la CCD insiste sur la nécessité d'intégrer et de coordonner la collecte, l'analyse et l'échange de données et d'informations pertinentes portant sur des périodes de courte et de longue durée pour assurer l'observation systématique de la dégradation des terres dans les zones touchées et mieux comprendre et évaluer les phénomènes et les effets de la sécheresse et de la désertification (article 16 : collecte, analyse et échanges d'information).

Soulignons que cet article fait implicitement référence à deux notions : l'alerte précoce et la planification.

Enfin, l'importance des échanges et des transferts de données et informations dans les divers domaines concernés par la LCD est aussi soulignée à travers les articles 17 (recherche-développement), 18 (transfert, acquisition, adaptation et mise au point de technologie) et 19 (renforcement des capacités, éducation et sensibilisation du public).

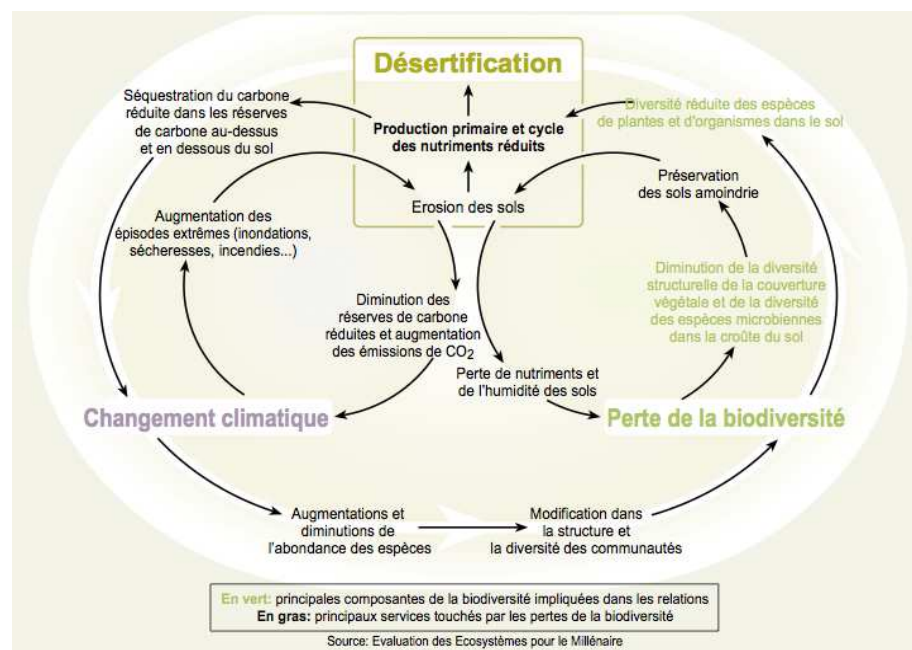
II – Des phénomènes étroitement liés et des indicateurs communs

Sur le plan scientifique, il a bien été démontré que les phénomènes de désertification, de perte de biodiversité et de changements climatiques sont étroitement liés comme le met en exergue le schéma de l'Evaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire (2005) ci-après (Figure 1).

Dans ce contexte où les relations et les boucles de rétroactions entre les trois phénomènes sont bien établies, il est indéniable qu'il existe une réelle synergie entre les processus. La modification de la structure (diminution du couvert végétal / production primaire et de la richesse spécifique...) et du fonctionnement (diminution de l'activité microbienne des sols, perte de fertilité...) des écosystèmes conduit à une perte de biodiversité globale qui engendre elle-même la diminution de la séquestration du carbone (dans la végétation et dans les sols). L'érosion des sols qui découle de la dégradation du couvert végétal est aggravée par l'érosion éolienne et hydrique donc par l'impact des paramètres climatiques. Finalement, la perte de biodiversité conduit à la dégradation des terres voire leur désertification qui elle-même est aggravée par les événements climatiques et qui en retour aggrave la diminution de la séquestration du carbone (à l'origine de l'effet de serre) et qui augmente l'albédo (augmentation de la température dans l'atmosphère). Ce cercle vicieux ne pourra être inversé que si l'on est capable de mettre en place des systèmes qui permettent de partager les informations sur des phénomènes en interaction permanente.

Conceptuellement, il est donc possible d'utiliser des paramètres voire des indicateurs communs pour décrire les phénomènes et savoir où l'on se situe le long de la trajectoire des écosystèmes (évolution progressive ou régressive : amélioration ou dégradation de la structure et du fonctionnement des écosystèmes).

Figure 1. Relations et Boucles de Rétroaction entre Désertification, Changement Climatique Global et Perte de la Biodiversité



Source : L'Évaluation des Écosystèmes pour le Millénaire, 2005

Dans ce sens, l'OSS a mené depuis plusieurs années une réflexion interne sur les indicateurs définis dans les rapports nationaux élaborés pour les Conférences des Parties et dans d'autres initiatives internationales (Commission pour le Développement Durable, OCDE, Plan Bleu).

Ainsi, à la lecture des différents textes et des listes d'indicateurs existantes, il est possible de mettre en évidence les indicateurs communs requis par les différentes conventions et initiatives internationales (Tableau 1).

Il est donc indispensable de réfléchir au besoin de disposer d'indicateurs communs pour mutualiser les efforts de collecte et de traitement des données pour la mise en œuvre des trois conventions post-Rio.

Tableau 1. Indicateurs définis dans les rapports nationaux aux CoP et dans les autres initiatives internationales (OSS, non publié)

Thème	Sous-thème	Indicateur	CSD	OCDE	Plan Bleu	CCC	CCD	CDB
Atmosphère	Changement Climatique	Émissions de gaz à effet de serre	X	X	X	X		
	Destruction de la couche d'ozone	Consommation de substances destructrices de la couche d'ozone	X	X	X			
	Qualité de l'air	Concentration ambiante de polluants de l'air dans les zones urbaines	X	X	X			
Terres / utilisation des terres	Indice de télédétection	NDVI					X	
		Albédo de surface					X	
	Agriculture	Superficie des terres de cultures permanente et arable	X		X		X	
		Utilisation de fertilisants	X		X			
		Utilisation de pesticides agricoles	X		X			
		Part des terres agricoles irriguées / pluviale			X		X	
		Taux de dépendance alimentaire			X			
		Efficience de l'usage de l'eau d'irrigation			X			
		Changements dans la durée de la saison de croissance				X		
		Changements dans la productivité des cultures				X		
		Changements dans la productivité du bétail				X		
	Forêts	Superficie des forêts / superficie totale des terres	X		X	X	X	X
		Intensité de la coupe de bois	X					
		Indice d'exploitation des ressources forestières			X			
		Taux de protection des forêts			X			

	Parcours	Pourcentage de terres de parcours / superficies des terres			X	X	X	
	Régions rurales et arides, montagnes et arrières pays	Changements démographiques en zone de montagne			X			
		Existence de programme(s) en faveur des zones rurales défavorisées			X			
	Sols, végétation et désertification	Taux d'exploitation des sols			X			
		Évolution de l'utilisation des sols			X			
		Évolution relative des terres arables			X			
	Désertification	Terres affectées par la désertification	X				X	X
		Types de dégradation					X	
		Identification des facteurs contribuant à la désertification					X	
	Urbanization	Area of Urban Formal and Informal Settlements	X					
		Taux de croissance de la population urbaine			X			
		Taux d'urbanisation			X			
		Perte de terres agricoles due à l'urbanisation			X			
		Surface habitable par personne			X			
	Réhabilitation	Réhabilitation des terres agricoles dégradées					X	
		Réhabilitation des terres de parcours					X	
		Réhabilitation des forêts dégradées					X	
Ressources en eau	Quantité	Retrait annuel des eaux de surfaces et profondes / pourcentage de l'eau totale disponible	X			X	X	
		Intensité d'utilisation des ressources en eau		X				
		Ressources en eau par personne					X	
	Qualité	Changements de la qualité de l'eau				X		
		BOD in Water Bodies	X					

		Concentration des coliformes fécaux dans l'eau potable	X					
		Taux de traitement des eaux usées		X				
	Utilisation	Pour l'agriculture					X	
		Pour l'industrie					X	
Climat / Ressources en eau	Pluviométrie	Changements dans la fréquence et l'intensité des inondations et des sécheresses				X		
		Indice d'aridité / sécheresse				X	X	
		Pluviométrie annuelle + écart type					X	
Biodiversité	Écosystèmes	Superficies des écosystèmes clés sélectionnés	X				X	X
		% des aires protégées / l'aire totale	X				X	X
		Superficies des zones humides			X			
		Perte d'habitat pour les espèces				X	X	X
		Déplacements dans la structure des communautés biologiques				X	X	X
	Espèces	Abondance des espèces clés sélectionnées	X				X	
		Espèces menacées		X	X		X	X
		Changements dans le nombre et la distribution des espèces (animales et végétales)				X	X	X
		Suivi des espèces exotiques (allogènes)						X
Énergie	Consommation	Intensité de l'utilisation de l'énergie		X	X			
		Bilan énergétique par source			X		X	
		Bilan énergétique par personne					X	
		Part de la consommation de ressources énergétiques renouvelables			X			
	Production	Énergie					X	

		renouvelable (% par rapport à la production totale)						
	Renouvelables – Consommation par secteur	Industriel					X	
		Résidentiel					X	
		Agriculture					X	

Ainsi, le couvert végétal contribue à la réduction des émissions de gaz à effet de serre par la séquestration du carbone qu'il permet. Il contribue ainsi à la mise en œuvre de la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique. Par ailleurs, le couvert végétal protège les sols de l'érosion donc atténue le phénomène de désertification tout en protégeant l'écosystème, ses habitats et ses espèces donc sa biodiversité au sens large.

C'est ce qu'a souligné Ksiaa Ghannouchi (2008) en montrant par exemple l'intérêt d'utiliser le taux de couvert végétal comme indicateur commun pour la mise en œuvre des 3 conventions post-Rio (Figure 2).

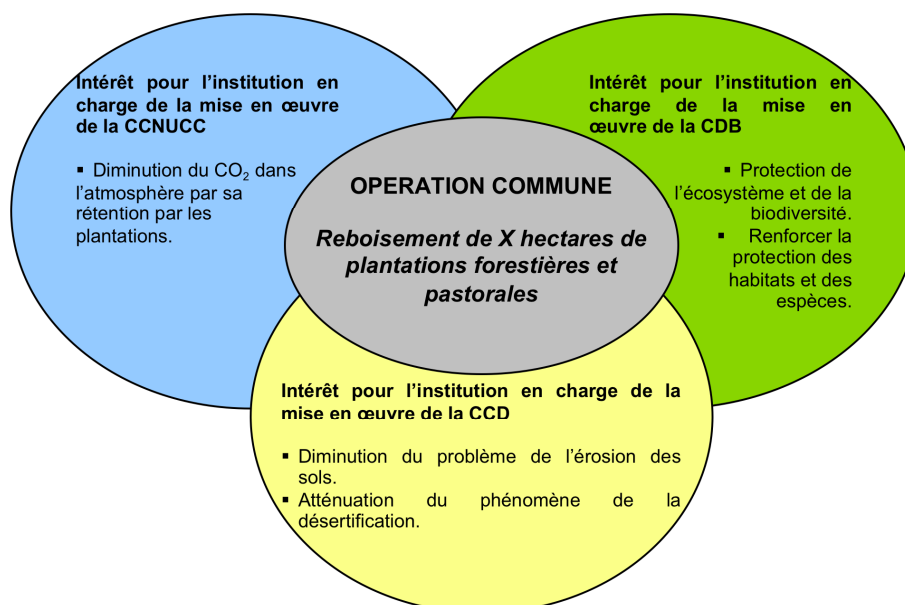


Figure 2. Intérêt de l'indicateur « taux du couvert végétal » pour les 3 conventions post-Rio

Source : Ksiaa Ghannouchi, 2008

III – Mettre en place des systèmes intégrés de surveillance environnementale

L'Afrique est région la plus touchée par les effets de la désertification et son l'économie dépend essentiellement de l'utilisation durable et rationnelle des ressources naturelles (eau, sol, faune, flore). La gestion durable des ressources naturelles ne peut être assurée qu'à travers l'élaboration de diagnostics fiables de l'état des ressources naturelles et de la dynamique des populations et des usages qu'elles en font. Ainsi, le développement d'informations environnementales pertinentes ainsi que d'outils de circulation de cette information y revêt une importance capitale.

Il paraît essentiel que les pays de la zone circum-saharienne orientent fortement leurs efforts pour mettre en place des dispositifs de collecte de données et de production d'informations harmonisées. La circulation de l'information mutualisée et mutuellement profitable pour la mise en œuvre des trois conventions est en effet cruciale pour la rationalisation des moyens et la cohérence des actions entreprises pour faire face aux défis environnementaux actuels.

Pour ce faire, il est essentiel de développer des systèmes d'observation et d'information environnementaux intégrant de façon conjointe les objectifs des trois AME, orientés vers un développement durable.

Idéalement, les données collectées et traitées devraient permettre de :

- fournir une information utile pour le suivi de la mise en œuvre des politiques nationales, en particulier des divers plans d'action nationaux,
- orienter les décisions politiques pour la planification des mesures à prendre pour la lutte contre la désertification, l'adaptation aux changements climatiques et la préservation de la biodiversité.

Dans ce cadre, l'OSS promeut la mise en place de dispositifs nationaux de surveillance environnementale (DNSE), des dispositifs construits à la fois pour favoriser la collecte de l'information utile pour la mise en œuvre des 3 conventions post-Rio et à même de produire des indicateurs à l'échelle nationale pour l'aide à la décision.

En valorisant et en s'appuyant sur l'expérience du réseau ROSELT/OSS, l'OSS a coordonné des études spécifiques ont au Mali, au Niger et en Tunisie (OSS 2008, 2009 et 2010). Les expériences du Niger et de la Tunisie sont présentées ci-après. Elles soulignent plusieurs difficultés pour la mise en place de tels systèmes, intégrés et efficaces.

D'une part, la qualité de l'information requises exige de compétences fiables, et stabilisées au cours du temps pour assurer la régularité dans la mise à disposition de données comparables et suivies au cours du temps ; d'autre part, la multiplicité des utilisateurs (utilisation par diverses parties locales, nationales et internationales) et de leurs besoins en information est une contrainte pour la définition harmonisée des données minimales nécessaires ainsi qu'à des coûts raisonnables.

Au Niger

Conscient de cette difficulté, le réseau ROSELT Niger a entrepris une réflexion approfondie sur les indicateurs nécessaires, qui doivent être élaborés en vue de la mise en œuvre des 3 conventions post-Rio (Tableau 2).

En effet, le Niger a été intégré dans le réseau ROSELT en 2000 et des travaux de surveillance environnementale ont été entrepris dans l'observatoire de Torodi-tandikandia-Dantiandou. Depuis 2006, une nouvelle phase a été lancée par l'OSS dans cinq pays, déjà bénéficiaires du ROSELT. Cette phase consiste en la mise en place d'un dispositif national de surveillance

environnemental (DNSE), regroupant plusieurs observatoires. C'est dans ce cadre que la cellule de mise en œuvre de ROSELT/Niger a été instituée en un Centre National de Surveillance Ecologique et Environnemental (CNSEE). Ce centre a ainsi proposé plusieurs observatoires sur lesquels il applique la méthodologie ROSELT.

Ainsi, dans le cadre de son système de collecte et de capitalisation de l'information environnementale, le ROSELT Niger assure le suivi de sept classes d'indicateurs qui sont les suivants : la population, les infrastructures, les productions agricoles, la pluviométrie, les sols, la faune et la végétation, les usages des ressources naturelles (OSS, 2008). Les premiers résultats sont apparues dans les états de référence de ces observatoires et dans les différents rapports de collecte de données biophysiques et socio-économiques.

Tableau 2. Analyse de la prise en compte du kit minimum d'indicateurs du DNSE dans le cadre des actions de suivi environnemental du ROSELT Niger

Domaines	INDICATEURS kit minimum DNSE	Prise en compte du Kit minimum DNSE par ROSELT-Niger	Besoins en information des conventions
Indicateurs biophysiques			
Indicateurs issus de la Carte d'Occupation des Terres et des relevés terrain :			
<i>Physionomie de la végétation</i>	x	x	x
<i>Diversité des biotopes</i>	x	x	x
<i>Recouvrement végétal</i>	x	x	x
Indicateurs relatifs à la biodiversité:			
<i>Richesse spécifique : nombre d'espèces à chaque période</i>	x	x	x
<i>Diversité alpha</i>	x	x	x
<i>Diversité bêta</i>	x	x	x
<i>Recouvrement (ligneux, herbacées et global)</i>	x	x	x
<i>Types biogéographiques</i>	x	x	x
<i>Types biologiques</i>	x	x	x
<i>Taux des états de surface du sol</i>	x	x	x
<i>Phytomasse herbacée</i>	x	x	x
<i>Densité des ligneux</i>	x	x	x
<i>Densité de la régénération naturelle par semis</i>	x	x	x
Indicateurs socio-économiques			
Indicateurs décrivant la population et ses caractéristiques			
<i>Taux d'accroissement démographique</i>	x	x	x
<i>Revenu annuel par habitant</i>	x	x	x
Indicateurs décrivant les équipements et les infrastructures			
<i>Équipements d'approvisionnement (eau potable, électricité et gaz)</i>	x	x	x
<i>Accès aux infrastructures (routes, écoles, centres de soins, équipements électroménagers et agricoles).</i>	x	x	x
Indicateurs décrivant l'organisation sociale et les efforts publics			
<i>Organisation sociale</i>	x	x	x
<i>structures étatiques (institutions) :</i>	x	x	x
<i>communautés rurales :</i>	x	x	x
<i>Efforts publics</i>	x	x	x
<i>nombre de projets de GRN</i>	x	x	x
Indicateurs décrivant les activités économiques			
<i>population active agricole</i>	x	x	x
<i>activités principales et secondaires</i>	x	x	x
<i>rapport entre main d'œuvre familiale et salariée</i>	x	x	x
Indicateurs décrivant l'état de l'usage des ressources naturelles			
<i>charge animale</i>	x	x	x
<i>prélèvement du bois-énergie</i>	x	x	x
<i>rapport superficie cultivée sur superficie totale.</i>	x	x	x
Indicateurs décrivant les stratégies d'adaptation			
<i>rapport superficie cultivée en années sèche et pluvieuse</i>	x	x	x
<i>taux de migration</i>	x	x	x

Source : OSS, 2008

L'analyse réalisée met en exergue que les données collectées et capitalisées dans le cadre de la surveillance environnementale au Niger prennent en compte d'une part le kit minimum d'indicateurs du ROSELT, mais également, elles intègrent les besoins en informations des AME sans toutefois satisfaire à l'ensemble de ces besoins (OSS, 2008). Aussi, il est permis de conclure que les produits du Réseau d'Observations et de Suivi Environnemental à Long Terme (ROSELT) constituent des piliers importants à prendre en compte dans la mise en œuvre des AME.

En Tunisie

La Tunisie a été l'un des premiers pays à bénéficier de l'expérience ROSELT. Depuis 1998, deux observatoires, Menzel Habib et Haddej Bou Hedma, ont été intégrés dans le ROSELT et des travaux de surveillance environnementale ont été conduits par l'Institut des régions Arides (IRA) sur ces deux sites.

L'expérience étant réussie, l'OSS a poursuivi son appui à la Tunisie à travers la coopération avec le Ministère de l'environnement et du développement durable dans l'optique de mettre en œuvre un DNSE. Le DNSE consistait à regrouper une grappe d'observatoires, représentatifs des écosystèmes majeurs de la Tunisie.

C'est dans ce cadre qu'une réflexion a été menée afin de sélectionner les observatoires à inclure dans le DNSE tunisien (OSS, 2010).

Les résultats ont souligné qu'un suivi objectif et une évaluation scientifique des impacts sur l'environnement de différentes actions de développement et de gestion des ressources naturelles, tels qu'exigé par les AME, requiert l'implantation d'un réseau de « systèmes intégrés d'informations sur l'environnement et le développement au niveau local » (SIIEDL) appelé communément observatoires de surveillance environnementale. Ce réseau doit couvrir les principales zones écologiques et agro-écologiques du pays en ciblant les régions naturelles les plus concernées par les problèmes environnementaux liés à la dégradation des ressources naturelles.

Les observatoires devraient permettre de :

- suivre la dynamique des écosystèmes naturels à travers une « approche système » et de développer une compréhension du processus et des tendances de leur évolution,
- suivre les paysages et les impacts des usages sur les ressources naturelles et d'avoir une compréhension des interactions entre les usagers, le milieu et les ressources,
- suivre les effets et les impacts des actions de développement et de gestion des ressources naturelles sur l'environnement,
- dégager sur la base de observations et des résultats obtenus, les éléments nécessaires pouvant être exploités pour définir les mesures à prendre pour maintenir un équilibre de fonctionnement des écosystèmes et préserver leur potentiel de production et leur diversité biologique.

La conception de ces observatoires devrait s'inscrire dans une logique d'intégration conforme au caractère fédérateur et intégrateur du Programme d'Action National de Lutte Contre la désertification (PAN-LCD), qui sera matérialisée au niveau local par la formulation et l'exécution des Plans de Développement Participatif et Intégré (PDPI), favorable à l'établissement d'une synergie entre les trois conventions sur l'environnement (CCC, CDB, CCD).

Les observatoires devraient constituer une plate forme fiable du DNSE et une référence de base pour alimenter les systèmes de suivi-évaluation au niveau local, régional et national et enrichir davantage la qualité des différents rapports, en introduisant des informations pertinentes sur les effets et les impacts et sur l'état des ressources dans des milieux

vulnérables. Les données et les informations produites seront d'une grande utilité pour le Programme de Développement Economique et Social (PDES) et pour la préparation des rapports à soumettre aux COP.

La conception, l'implantation et la gestion des observatoires devraient être confiées aux instituts de recherche et aux institutions d'enseignement et de recherche dans le cadre d'une collaboration formalisée et institutionnalisée avec les Commissariats Régionaux au Développement Agricole (CRDA) et les projets concernés. Cette orientation répond aux directives de la CCD en matière de Recherche-développement (en référence à l'article 17 de la CCD).

Ainsi, le DNSE doit être conçu et mis en place selon les normes et les standards homologués par les institutions internationales impliquées dans le suivi de la mise en œuvre des AME. A ce titre, il doit notamment veiller à :

- la représentativité des sites d'observation à implanter, en assurant une couverture des principaux milieux écologiques et des systèmes agro-écologiques et socio-économiques. Cette représentativité devrait permettre d'avoir une perception globale des processus et des mécanismes liés à la gestion des ressources naturelles,
- la pertinence des facteurs à observer et à évaluer et à la qualité scientifique des informations et des résultats à produire, en leur donnant une portée pratique permettant d'aider à la mise en place d'une gestion durable des écosystèmes naturels,
- l'ancrage des observatoires dans le DNSE et dans les dispositifs des structures de recherche et des institutions de développement et de gestion des ressources naturelles pour assurer une certaine permanence des institutions et des agents responsables du fonctionnement de ces systèmes,
- l'harmonisation des indicateurs et des méthodes pour les renseigner et les analyser afin de permettre la comparaison et l'extrapolation de l'information dans l'espace et dans le temps. Les indicateurs seront définis avec les parties concernées pour tenir compte de leur besoins en information, en se référant aux différentes expériences en la matière. Ils doivent couvrir les aspects socio-économiques, environnementaux et institutionnels.
- l'établissement d'une situation de référence pour ces indicateurs, en valorisant les sources d'informations disponibles et les recherches existantes,
- La mise en place des protocoles d'observation pour le moyen et le long terme de manière à cerner les changements et à s'affranchir des changements conjoncturels qui ont une influence sur le court terme (comme par exemple un évènement climatique ponctuel) ;
- L'adoption et la pratique d'une approche interdisciplinaire pour l'observation et l'analyse intégrée des données, traduisant aussi bien les états que les processus de transformation des milieux naturels et humains et les relations existantes de « cause à effet » entre ces processus.

Les informations et les résultats des observatoires devraient être mis à la disposition des différentes parties prenantes concernées par le développement et la gestion des ressources naturelles au niveau local et régional et national.

Aussi, ce travail de réflexion a permis de voir naître les prémisses du DNSE-Tunisie. En effet, depuis 2010, trois observatoires font partie de ce DNSE (Menzel Habib au Sud, Oueslatia au centre et Sidi el Barrak au Nord). La coordination nationale échoit au Ministère de l'environnement et les activités techniques sont du ressort de l'IRA et de l'Institut National de recherche en Génie Rural, Eau et Forêts (INRGREF). Les efforts conjuguées de l'OSS et du

ministère de l'environnement se focalisent actuellement à renforcer le DNSE naissant à travers son extension à d'autres observatoires pour doter la Tunisie d'un DNSE plus opérationnel et plus efficient.

Conclusion

Parler de la mise en œuvre de systèmes d'information intégrés de surveillance environnementale nécessite d'évoquer les principales contraintes techniques et institutionnelles :

- une gamme diversifiée d'indicateurs produits par une diversité d'institutions,
- l'absence de centralisation des informations dans des bases de données et d'un système de circulation de l'information
- le cloisonnement institutionnel
- des méthodes de collecte et de traitement des données répondant à des objectifs / questions différentes,
- la nécessité d'assurer la cohérence des données et des indicateurs avec les besoins des décideurs.

Pour prendre en compte ces limites dans l'élaboration de systèmes d'information pertinents, il sera donc essentiel de répondre aux quelques questions clés suivantes :

- Quels indicateurs doivent être élaborés ?
- Pour répondre à quelles questions ?
- Quels outils partagés doivent être développés pour la collecte, le traitement et la circulation des données et des informations ?
- Quelle gouvernance doit être mise en place pour le partage de l'information ?

Références

CNUED. 1992. *Rapport de la conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement.* Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement, Rio de Janeiro (Brésil), 3-14 juin 1992. 471 p.

L'Évaluation des Écosystèmes pour le Millénaire. 2005. *Ecosystèmes et bien-être humain : synthèse* [en ligne]. Washington : Island Press. 36 p [consulté en janvier 2012].
http://www.inweh.unu.edu/docs/MA/Desertification_French.pdf

Ksiaa Ghannouchi S. 2008. *Vers un jeu d'indicateurs communs en faveur de la synergie des conventions environnementales post-Rio.* Mastère « Technologies de l'environnement » : Université Tunis El Manar, Institut Supérieur des Sciences Biologiques Appliquées de Tunis. 131 p.

OSS. 2008. *Apport du Dispositif National de Surveillance Environnementale (DNSE) en matière d'information pour la mise en œuvre des AME au Niger.* Rapport final. 73 p.

OSS. 2009. *Etude sur la prise en compte des résultats du DNSE dans la mise en œuvre des Accords Multilatéraux sur l'Environnement en Tunisie.* 48 p.

OSS. 2010. *Etude sur la prise en compte des résultats du DNSE dans la mise en œuvre des AME au Mali.* Rapport provisoire. 17 p.

Observation à long terme des environnements arides par satellites : retour d'expériences et perspectives

Richard Escadafal

Institut de Recherche pour le Développement, CESBIO, Toulouse (France)

Résumé. Le recours aux observations par satellite s'est imposé comme une évidence pour surveiller l'environnement des régions sèches. Les expériences réalisées au cours de projets dans le Sud tunisien ont montré que les méthodes développées sur les régions où la végétation est plus abondante sont mal adaptées. Il faut donc prendre en compte la composante dominante des milieux arides, à savoir la surface des sols. L'étude des changements à long terme a pu être réalisée par l'acquisition et les différents prétraitements d'un ensemble d'images Landsat couvrant une période assez longue (27ans). La nature et l'amplitude des changements ont été caractérisées selon différentes méthodes dont les avantages et inconvénients sont discutés, notamment en lien avec l'inégale répartition des images dans le temps. En conclusion, les bénéfices de l'observation à long terme par satellite et ses développements en cours sont discutés.

Mots-clés. Régions sèches – télédétection – observations à long terme – détection des changements.

Long term monitoring of drylands with satellites: lessons learned and future outlook

Abstract. Satellite imagery has become an integral part of programmes for monitoring dryland. Experiments conducted as part of several research projects in Southern Tunisia showed that some methods used in more vegetated areas were not efficient, as the soil surface, which is the main component of drylands was not taken into account. The present study of long-term changes in the land surface was performed using a series of Landsat images and their stepwise pre-processing. The series covers a rather long period (27 years) but the images are unevenly spaced over time. Different methods were used to characterize the nature and magnitude of the changes, and their advantages and drawbacks are discussed in the light of recent developments, along with the benefits of long term satellite monitoring.

Keywords. Drylands – remote sensing – long term observations –detection of change.

I – Introduction

La nécessité de disposer d'observations à long terme pour mesurer, analyser et comprendre l'évolution de l'environnement s'est progressivement imposée, et dans le cas des régions arides, a été la préoccupation et l'objectif de nombreux projets d'observatoire, dont ceux coordonnés par l'OSS (Aidoud, 2008). Ces régions couvrent de vastes territoires et il est bien difficile d'en appréhender l'évolution à l'aide de quelques stations de mesures. Des itinéraires de reconnaissance ont été parcourus et font parfois l'objet d'observations répétées à quelques années d'intervalle. En effet, le diagnostic de l'évolution de ces milieux nécessite de l'appréhender dans le long terme sur plusieurs décennies comme le confirment les travaux récents sur le Sahel (Hiernaux et al., 2009 ; Miehé et al., 2010).

Ces observations au sol sont nécessaires, mais restent insuffisantes, et le recours aux avions et satellites qui fournissent des images de façon répétée s'est imposé comme une évidence pour surveiller ces vastes étendues. Il a été facilité par le fait que les régions arides sont facilement observables depuis l'espace grâce à leur faible ennuagement. Cependant, après l'enthousiasme, voire la naïveté qui a animé les premières tentatives d'utilisation des images satellites, il s'est avéré nécessaire de retourner aux fondamentaux et de comprendre la nature

des mesures faites par les capteurs utilisés, pour pouvoir correctement les interpréter ensuite en termes écologiques.

Nous résumons ici les principales étapes d'une utilisation raisonnée de la télédétection spatiale pour le suivi de la désertification, sur la base des approches et résultats de projets utilisant les séries d'images de capteurs optiques (principalement Landsat MSS et TM).

II - Concepts de bases mobilisables

1. Les premières tentatives

En 1972 fut lancé le satellite américain ERTS, premier d'une série de satellites civils d'observation de la Terre, la série Landsat qui s'achèvera finalement avec Landsat 7. Si ses images ont été rapidement utilisées pour observer les régions agricoles du territoire américain, il a fallu attendre quelques années pour voir apparaître les premiers essais d'utilisation à des études écologiques en régions arides. En Tunisie, les travaux de la direction des sols au Nord (Souissi, 1976) et du CEFE dans le sud de la Tunisie ont été pionniers. Le projet ARZOTU a ainsi exploré la comparaison des zonages d'images acquises à deux dates différentes (1975 et 1976). Ils soulignent la difficulté de relier les « zones isophènes » observées sur les images à des « unités écographiques » (Long et al., 1977). D'une certaine manière cette question est un précurseur de la problématique qui va se poser *in fine*. En effet, différents essais d'applications de techniques de photo-interprétation, ou de classification d'images à partir de méthodes mises au point dans des régions fortement agricoles avec de grandes parcelles de culture des grandes plaines américaines, vont se révéler décevantes et inadaptées à la caractérisation écologique des milieux arides. Ceci est lié intrinsèquement à la différence fondamentale des deux problématiques et la question de base qui va s'imposer est la suivante: à partir des données mesurées par les satellites, comment extraire des informations qui soient interprétables et utiles en termes écologiques? Elle va pouvoir être abordée au fur et à mesure que l'interprétation visuelle de tirages photographiques sera remplacée par les méthodes de traitement d'images sur ordinateur. La première génération, celle développée par exemple au centre de l'Institut de recherche pour le Développement de Bondy (ORSTOM, 1977) mobilisait les meilleurs moyens de traitement d'image du moment, même s'ils sont actuellement largement dépassés par ceux de simples téléphones portables.

Ces premiers outils permettant une approche numérique du traitement des données de télédétection ont pourtant jeté les bases de l'utilisation de méthodes quantitatives dans ce domaine. Les premières ont été des simples seuillages des niveaux numériques par canal, puis les approches ont combiné plusieurs canaux (ORSTOM, 1978). Toutefois, cela s'appuyait sur la présupposition que les objets ou thèmes recherchés avaient une 'signature' unique identifiable dans l'image, présupposition qui à l'expérience s'est trouvée souvent en défaut (Kennedy, 1989a).

Pour pouvoir mieux exploiter les images de satellites il a fallu reprendre l'analyse à la base : ces images sont constituées d'un ensemble de valeurs numériques qui sont des tableaux de mesures faites par les capteurs embarqués sur ces plateformes spatiales. Ce qui induit les questions suivantes : quelles sont ces mesures, dans quelles conditions sont elles obtenues, dans quelles unités sont-elles exprimées, quelles sont les erreurs qui peuvent les entacher, et fondamentalement à quelles caractéristiques de l'environnement peuvent-elle être reliées ? Ces réflexions conduisent à se référer aux bases physiques de la télédétection, détaillées dans les différents manuels et traités de référence. Pour les besoins de cet article nous nous limiterons à ce qui concerne l'observation des régions arides par les capteurs optiques (voir aussi Escadafal, 2007).

En résumant de façon abrupte, les premières images de télédétection ont été des images photographiques, donc produites par un système optique avec comme capteur un film

argentique. Puis les capteurs sont devenus numériques, comme le sont devenus ensuite nos appareils photographiques grand public, ce qui a de nombreux avantages, particulièrement pour ce qui est de la transmission, du stockage et du traitement des images.

Les images acquises dans ce domaine optique sont donc obtenues en mesurant le rayonnement solaire réfléchi par les surfaces observées. Dans les conditions d'atmosphère claire, les propriétés optiques de ces surfaces sont ainsi les paramètres principaux de variations du contenu des images des satellites pris en considération.

2. Les propriétés optiques des surfaces arides

Les images des capteurs tels que ceux du satellite Landsat (le Multispectral Scanner et le Thematic Mapper) fournissent des mesures du rayonnement réfléchi par la surface terrestre (et après qu'il ait été modifié par l'atmosphère). Ces mesures sont arrangées en grille dont la résolution est de 80m pour le premier et 30 m pour le second. Les générations de satellite suivantes tels ceux de la série Spot produisent des images plus détaillées, mais aussi simultanément des images plus globales à résolution kilométrique avec l'instrument "Vegetation" (Maisongrande et al., 2004).

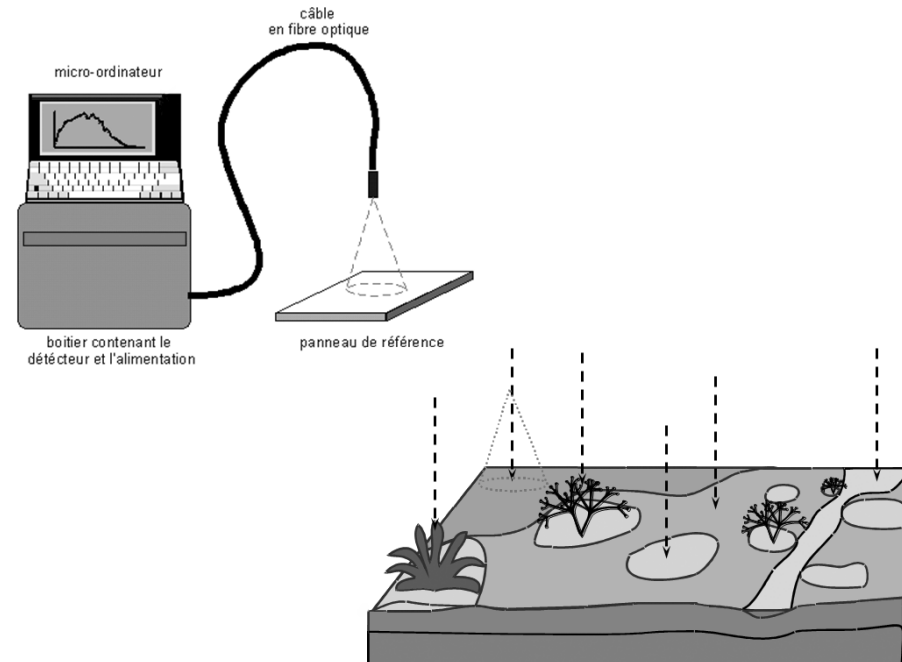
Dans tous les cas, l'analyse et l'exploitation quantitative de ces données suppose de s'être affranchi de l'influence de l'atmosphère. Quelques techniques pour le faire sont décrites dans la partie consacrée au traitement radiométrique des données utilisées. Pour le moment, nous nous intéressons donc uniquement à la réflexion du rayonnement solaire par les surfaces.

A. Mesures de la réflectance spectrale

Le rapport entre l'intensité du rayonnement réfléchi dans la direction d'observation et celui reçu (du soleil dans le cas présent) est la réflectance, qui est sans dimension et varie entre 0 et 1 (soit de 0 à 100%). Les intensités sont mesurées dans le spectre du rayonnement solaire et la variation de ce rapport selon la longueur d'onde est la réflectance spectrale. Elle peut être mesurée de façon continue décrivant un spectre ou dans des bandes spectrales spécifiques, notamment celles des capteurs des satellites.

Les mesures les plus précises sont bien sûr réalisées en laboratoire, avec des spectrophotomètres qui mesurent la réflectance diffuse sur de petits échantillons dans des dispositifs évitant les effets directionnels (sphère intégratrice). Mais il est très pertinent d'utiliser des instruments de terrain qui permettent des mesures sur les échantillons de surface non perturbés, et de taille supérieure, dans des conditions géométriques d'observation représentatives. La figure 1 montre la réalisation de mesures avec un spectroradiomètre portable. Selon la hauteur et le champ de visée, la taille de l'élément de surface visé varie et peut comprendre des éléments plus ou moins diversifiés.

Figure 1. Mesures de réflectance sur un échantillon de surface : la réflectance des différents éléments est mesurée par rapport à un panneau réfléchissant 100% du rayonnement solaire incident.



Source : Auteur

B. Les composants de la surface du sol

Dans le cas des surfaces des milieux naturels arides, le couvert végétal est le plus souvent discontinu, l'étude et la modélisation de la distribution des "patches" qui les composent est même une branche de l'écologie des ces milieux en plein développement (Maestre et Cortina, 2004). L'observation de sites étudiés montre en effet que la surface des sols (*sensu lato*) est composée d'une part d'éléments minéraux: sol sous-jacent, éléments superficiels tels que : sable fin apporté par le vent, éléments grossiers résiduels après érosion (graviers, sables grossiers), dépôt de matériaux fins par décantation d'eaux de ruissellement chargées. D'autre part, la surface peut présenter des zones recouvertes d'algues cyanophycées et mousses, formant des croûtes biologiques, et des végétaux supérieurs de différentes tailles, des petits prostrés, en passant par les herbacées et autres annuelles, jusqu'aux ligneux bas, aux buissons et aux arbres.

Nous avons vu que tous ces composants forment un ensemble qui peut être décrit comme une mosaïque d'éléments individualisables. Ainsi on peut mesurer la réflectance propre à chaque « états de surfaces élémentaires », ou ESE (Escadafal, 1981 ; Escadafal, 1987).

Les mesures de réflectance sur des éléments de surface plus grands, comprenant plusieurs de ces ESE, se rapprochent de celles faites par les satellites qui couvrent plusieurs décamètres par point de mesure. Ainsi les valeurs numériques de pixels d'images de satellite expriment la réflectance d'éléments de surface qui, dans les milieux naturels, sont le plus souvent des mélanges de sol et de végétation (Ruiz Sinoga et al., 2010).

A noter que les mesures de terrain sont réalisées selon un angle de mesure habituellement fixe (visée nadirale) mais un angle d'éclairage variable selon la position du soleil à l'instant de la mesure. Dans ce cas, on parle de réflectance bidirectionnelle (BRF en anglais), qui varie sensiblement pour les surfaces de géométrie complexes (composées de roches, sols, plantes et résidus végétaux). Dans le cas de surfaces de sol homogènes et peu rugueux, l'effet directionnel est plus faible (Escadafal et Huete, 1991a).

C. Mesures par satellite

Depuis le satellite, la réflectance est mesurée par balayage selon un champ de visée instantanée qui dépend de la résolution du capteur. Les valeurs obtenues sont assignées aux pixels qui composent l'image. Ainsi pour simplifier on peut dire que chaque pixel représente la mesure de la réflectance d'une tache au sol. Avec les satellites Landsat et Spot la tache au sol à une dimension variant de 80 à 20m de côté, chacune d'elle couvre donc une fraction de surface englobant plusieurs états élémentaires. De surcroît, comme il est impossible de tracer très précisément ses limites sur le terrain, on s'intéresse habituellement à des ensembles de pixels correspondant à une aire où la surface présente des caractéristiques assez similaires, qui est donc nécessairement composée d'un assemblage de nombreux éléments.

La variabilité de la réflectance mesurée dans cette aire traduit la variabilité naturelle du paysage observé. Ainsi, la réflectance intrinsèque de ces ESE peut être relativement stable dans le temps (roches), varier en fonction de certains paramètres clé (ex : humidité des sols) ou traduire des évolutions phénologiques.

Cette imprécision est due au fait que les tâches au sol n'ont pas une forme parfaite de carrés disjoints (mais plutôt de disques avec un halo), et que d'autre part la précision avec laquelle chaque tache est positionnée est au mieux de l'ordre de grandeur de la tâche elle-même (une tâche au sol de 20x20m est positionnée à +/- 20m)

Pour résumer, la réflectance mesurée par satellite est donc une moyenne intégratrice des réflectances individuelles des éléments de surface. La mesure de ces réflectances individuelles permet de comprendre la contribution de chaque élément à la signature générale de la surface,

et ainsi d'interpréter les mesures par satellite d'après les données réelles sur les propriétés optiques du terrain étudié.

D. Résultats: l'importance des sols

Du fait de la compétition pour l'eau, dans les milieux étudiés les végétaux sont écologiquement adaptés aux caractéristiques locales hydro-pédologiques, et généralement espacés, ils le sont d'autant plus que le climat est plus sec. On remarque également que selon que la période humide a lieu en hiver ou en été le type d'écosystème est différent. Ainsi sur la frange sud du Sahara, les savanes herbeuses dominent, alors qu'au nord du Sahara, c'est le domaine de la steppe à buissons ligneux (chaméphytes).

Dans les deux cas on constate qu'en moyenne sur l'année, la composante minérale est de loin la plus visible dans le milieu : le sol et les différents matériaux présents en surface dominant.

Ainsi, sauf pendant les courtes périodes de maximum de couvert végétal à la fin des épisodes pluvieux importants, la plus grande partie du temps, les surfaces arides observées depuis l'espace sont des surfaces à dominante minérale où roches, sols et dépôts superficiels sont largement majoritaires. Dans le nord du Sahara, les observations des steppes à chaméphytes montrent que le couvert végétal moyen maximum y est de l'ordre de 30%, et bien souvent plus faible. Cela revient à dire que les surfaces observées sont composées de 70 à 100% de sol et matériaux superficiels minéraux, qui sont par voie de conséquence responsables de la réflexion du rayonnement solaire vers les satellites dans les mêmes proportions.

La signature spectrale des roches et notamment celle des affleurements indicateurs de contextes favorables à des gisements de minerais d'intérêt économique a été bien étudiée altération hydrothermales (par ex. Sabins, 1999); les propriétés spectrales des sols arides l'ont été relativement moins.

Du point de vue de l'étude du fonctionnement des écosystèmes il est en effet logique et classique de s'intéresser prioritairement aux composants végétaux de la surface. L'identification et le suivi des principaux biomes de notre planète par satellite sont ainsi encore actuellement très majoritairement basés sur la détection de la végétation verte par des *indices de végétation*. Ils sont tous basés sur l'expression du contraste entre la réflectance dans le domaine spectral rouge et celle dans l'infrarouge, dont la différence normalisée de l'indétrônable NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) défini dans les années 1970 (Anyamba et Tucker, 2005).

Dans les régions arides il est apparu que cet indice ne donne pas de très bons résultats, ce qui s'explique facilement à partir des considérations précédentes. Cet indice est peu sensible aux faibles taux de couverture par la végétation verte et entaché d'erreurs dues aux variations de la réflectance du sol qui la supporte (Kennedy, 1989b) .

De fait, en étudiant ces régions, à propos de la caractérisation de la réflectance des végétaux, au delà de leurs parties vertes, on s'est aussi intéressé aux parties sèches (Elvidge, 1990), et récemment celle des croûtes biologiques présentes à la surface (Karnieli et al., 2001 ; Ustin et al., 2009) . Dans certains écosystèmes arides, notamment dans les zones protégées du pâturage, ces croûtes le plus souvent formées de cyanobactéries et d'algues microscopiques peuvent recouvrir des surfaces importantes, mais ailleurs les sols et matériaux minéraux de surface restent prédominants.

E. Couleur des sols et indices spécifiques

Prenant compte des constations qui viennent d'être soulignées, dans les travaux sur lesquels sont basés cette synthèse, l'étude de la réflectance spectrale des sols et de ses variations spatio-temporelles s'est imposée comme un élément important pour mieux comprendre et utiliser les données de télédétection. Des campagnes systématiques de mesure de la réflectance des différents composants élémentaires des surfaces ont été menées, elles ont bien

sûr pris en considération les composants minéraux, affleurements des horizons superficiels des sols, voiles éoliens, pellicules superficielles.

La figure 2 présente les mesures de réflectance de quelques éléments de surface typiques de régions arides mesurées dans le sud tunisien. Pour ce qui est des éléments minéraux, on remarque une importante fluctuation de la courbe de réflectance en amplitude, mais aussi selon la forme. Les variations les plus importantes sont observées dans le moyen infrarouge, mais ce domaine spectral n'est exploité que par certains capteurs.

En se focalisant sur le domaine visible à proche infrarouge (400-1100 nm) commun à toutes les données en provenance des capteurs optiques on constate que la forme de la courbe de réflectance des sols varie peu mais que la pente moyenne est notablement différente d'un sol à l'autre.

Bien évidemment, plus la réflectance moyenne d'un sol est élevée plus ce sol paraît clair. Nous abordons ici le domaine de la perception de la variation de la réflectance par l'œil humain en d'autres termes de la vision de la couleur des objets. Cette question très complexe fait l'objet de théories élaborées, détaillées dans de volumineux traités de colorimétrie (Wyszecki et Stiles, 2000 ; Shevell, 2003).

Pour résumer nos travaux sur ce sujet, une des observations facilement utilisables est que le sol est d'autant plus coloré que la pente de la courbe de réflectance dans le domaine visible est élevée. Ainsi la pente des sols grisâtres est faible, celle des sols rougeâtres est forte. Ces résultats ont été obtenus sur une gamme de sols variés et sont applicables à tous les sols quelque soit leur région d'origine (Escadafal et al., 1989). Ci dessous nous présentons des exemples issus des régions arides étudiées.

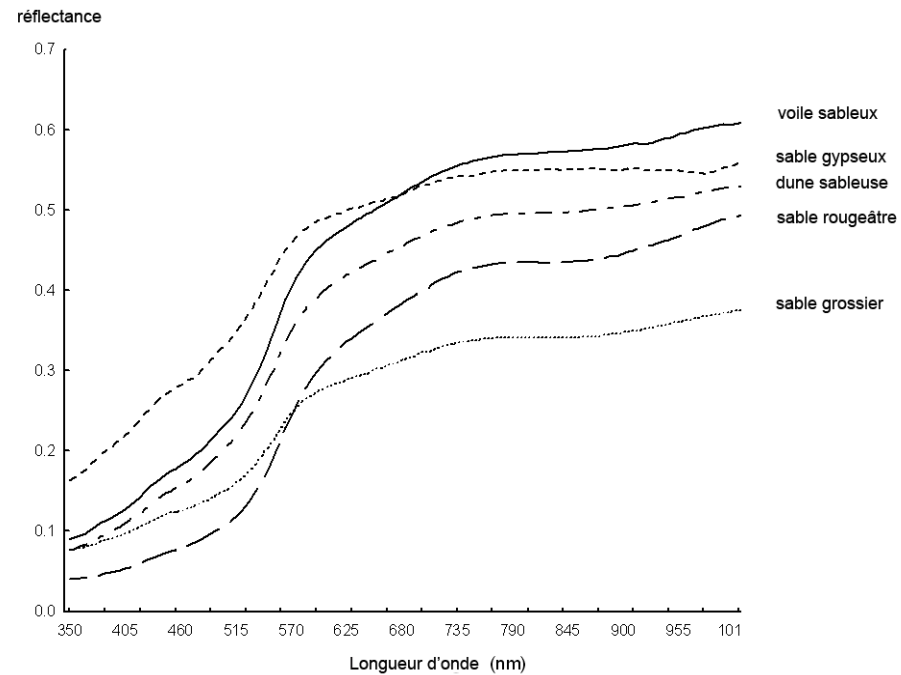
La figure 3 illustre le cas de sols de couleurs différentes et les valeurs moyennes de pente dans la gamme 370-770 nm, qui est celle du domaine visible. Dans l'ordre de la légende, ces sols présentent une coloration de plus en plus exprimée, en colorimétrie on dit que la saturation augmente.

A partir de cette observation et en reprenant le principe de la différence normalisée utilisée dans le NDVI (Normalised Difference Vegetation Index), un indice de couleur (IC) a été proposé (Escadafal et Huete, 1991b).

$$IC = (Br - Bv) / (Br + Bv)$$

Où Bv et Br représentent la réflectance dans les bandes vertes et rouges respectivement (ex.: Landsat TM1 et TM3)

Figure 3 : Courbes de réflectance spectrale de cinq échantillons de matériau de surface de couleurs différentes



Plus l'échantillon est coloré, plus l'absorption du rayonnement dans les courtes longueurs d'ondes est forte, la courbe de réflectance présente alors un creux marqué.

Source : Auteur

Cet indice permet ainsi de distinguer les matériaux de surface d'après la saturation de leur couleur, par exemple les sols à croûte gypseuse affleurante gris très clair, (IC faible) des sols à voile éolien, composé de sable quartzueux rougeâtre (IC élevé). Lorsque sous l'effet conjugué des pratiques agricoles et du vent, les voiles et dépôts éoliens se déplacent, la composition de la surface des sols est modifiée et leur couleur également. En suivant les variations de l'indice de coloration, il est alors possible de suivre ces modifications.

En résumé, les sols et matériaux minéraux de surface sont les composants dominants des surfaces arides, l'interprétation des images acquises par les satellites sur ces régions nécessite de connaître et prendre en compte les propriétés spectrales correspondantes. Des informations de nature géologique et écologique peuvent en être tirées, en détectant la présence d'affleurements de matériaux clairs (calcaire, gypse, sels,...), ou de sable, par exemple.

II – Les données de télédétection disponibles

1. Préparation

Dans les projets cités, l'objectif de suivre des évolutions à long terme nous a naturellement guidé vers les types d'images qui sont acquises de façon régulière depuis plusieurs décennies. Ainsi les données des satellites Landsat, qui fonctionnent depuis 1972 jusqu'à présent, permettent en principe de disposer de longues séries temporelles tout en offrant une résolution suffisamment détaillée pour se placer à l'échelle de projets d'aménagements. Si la série des satellites NOAA-AVHRR est également très longue (voir par ex. Baldi et al., 2008) sa résolution tant spatiale (kilométrique) que spectrale (2 bandes vis-pir) est trop globale pour notre objectif.

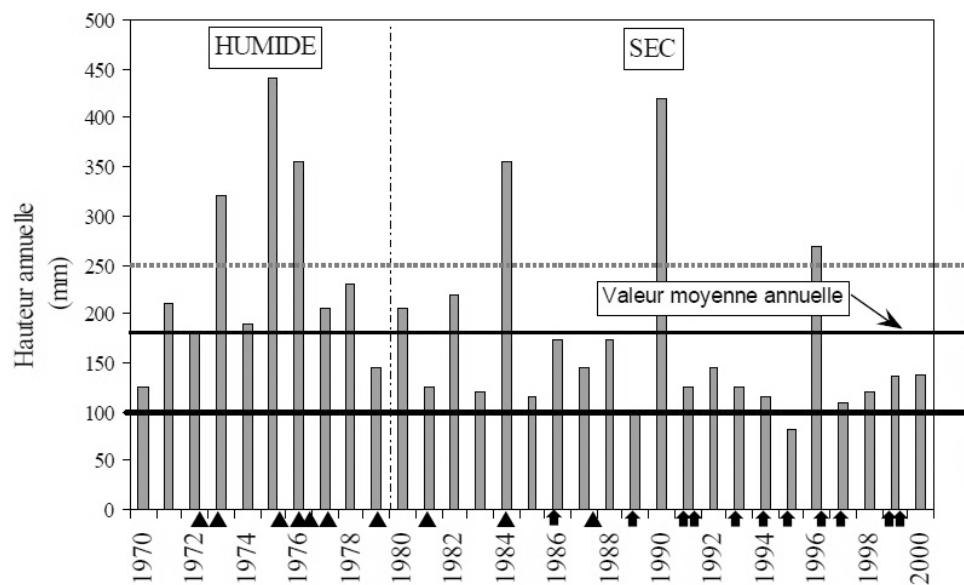
La constitution d'une série d'images de satellites en vue d'une analyse multi temporelle des changements écologiques dans le paysage étudié requiert de très nombreuses étapes, et en premier lieu, une phase de préparation dont la qualité est essentielle à la réussite du processus complet.

F. Sélection / acquisition

La première étape est bien entendu d'inventorier quelles sont les images disponibles chez les fournisseurs. Pour cela il faut consulter les catalogues existants, et y repérer les images dont la position (coordonnées géographiques) et la qualité sont satisfaisantes. Sur ce dernier point seul l'enneigement est généralement précisé, la qualité radiométrique n'est généralement pas connue. Pour les images les plus anciennes, elles sont malheureusement souvent entachées de défauts tels que des lignes manquantes ou des artefacts en bandes. De plus, idéalement la sélection des images devrait être calée sur le calendrier des saisons et surtout des précipitations, pour s'assurer de disposer d'images au moment des minima et maxima de développement de la végétation. Cet idéal est difficile à atteindre d'autant que certaines images anciennes bien qu'indexées dans les catalogues ne peuvent finalement pas être livrées, le fournisseur ne réussissant pas à les extraire de sa gigantesque archive.

Dans le cas du site étudié dans le sud tunisien, ce processus laborieux a permis de constituer la série décrite dans la figure 4 à partir des catalogues USGS (U.S. *Geological Survey*) et Eurimage de données Landsat.

Figure 4 : Répartition dans le temps des 25 images Landsat rassemblées sur la zone d'étude de Menzel Habib, et pluviométrie annuelle.



Les dates des images disponibles sont mal calées avec les variations des précipitations (triangles : Landsat MSS, flèches : Landsat TM)
 Landsat MSS : 08/1972-02/1973-11/1975-04/1976-06/1976-06/1977-02/1978-07/1979-06/1981-05/1984-09/1987-03/1993
 Landsat TM : 03/1986-04/1989-03/1991-07/1991-03/1993-04/1994-03/1995-03/1996-07/1996-03/1997-03/1999-07/1999-09/1999-12/1999-

Source : Auteur

Si certaines années il a été possible d'avoir deux images prises à deux saisons différentes, on remarque aussi plusieurs années sans images. Une des raisons de ces lacunes est la stratégie d'archivage des données anciennes par le service de l'Earth Resources Observation and Science (EROS) data center de l'USGS. Les contraintes financières ont conduit à sacrifier les données Landsat MSS en dehors du territoire des Etats Unis qui ne paraissaient pas intéresser les utilisateurs. Il y avait en effet peu de demandes à l'époque de leur acquisition, mais avec l'importance actuelle des recherches sur les changements environnementaux et les capacités accrues tant des ordinateurs que des logiciels de traitement d'image, la perte de ces données se fait cruellement sentir.

Il convient cependant de noter que de plus en plus de ces archives d'images de satellites sont mises gratuitement à la disposition du public, qui peut même découvrir les photographies déclassifiées de satellites militaires des années soixante (dont la série Corona). Elles sont extrêmement intéressantes pour les analyses environnementales historiques. Un exemple est l'évolution du couvert arboré dans des terroirs du Sahel africain (Andersen ,2006 ; Gardelle et al., 2010).

Pour ce qui est de notre site d'étude, au final de cette première étape nous disposons d'une série très imparfaite, mais dont la durée nous permet d'espérer de tirer des conclusions sur les changements à long terme.

G. Géométrie, géo référencement

Les images les plus récentes peuvent être commandées et livrées dans un format tel qu'elles sont directement utilisables dans un système d'information géographique : elles sont dans une projection adaptée, par exemple celle des cartes topographiques de la zone étudiée, géo référencées et donc directement superposables à ce fond cartographique.

Pour les images plus anciennes il en va tout autrement. Le travail de reprojection dans un système commun est à réaliser par l'utilisateur, on parle d'un processus de correction géométrique. La procédure classique est d'identifier dans l'image des points de contrôle dont on peut connaître les coordonnées géographiques exactes, à partir d'une carte ou mieux de mesures plus précises faites sur le terrain avec un GPS. Utilisant l'ensemble des paires coordonnées images (ligne/colonne) et coordonnées géographiques au sol, un logiciel de traitement d'image permet alors de réaliser la reprojection de l'image dans le système choisi. C'est le géo référencement qui les rend compatibles avec les autres données géographiques (carte topographiques, géologiques, modèle numérique de terrain, etc).

Dans la pratique, il est courant d'utiliser une image de référence, généralement récente, dont le géo référencement est le meilleur possible, et de projeter les autres sur celle-ci.

A noter que le processus de correction géométrique entraîne nécessairement un rééchantillonnage de l'image originale, ce qui a un impact sur les valeurs radiométriques (cf infra). Dans le cas de la série d'images utilisée, les deux types TM et MSS étant de résolution différente, nous avons fait le choix de toutes les rééchantillonner avec la taille de pixel la plus grande, soit 80m, celle des images MSS.

2. Prétraitements

A l'issue de l'étape précédente, on dispose d'une série d'images sur une même zone, superposables, permettant de faire correspondre à chaque élément de surface au sol une série de valeurs numériques. Les images MSS contiennent des valeurs numériques pour les 4 canaux MSS (4 à 7) et les images TM en contiennent 6 (en négligeant ici les données du domaine thermique).

Donc, pour chaque date, nous avons 4 à 6 valeurs numériques; à noter que l'affichage sur écran ne permet d'en visualiser que 3 à la fois, en affichant un canal en bleu, un deuxième en

vert et un troisième en rouge (synthèse additive RVB). Bien souvent les domaines spectraux des canaux ne correspondent pas au codage de couleur choisi, on parle alors d'affichage en fausses couleurs.

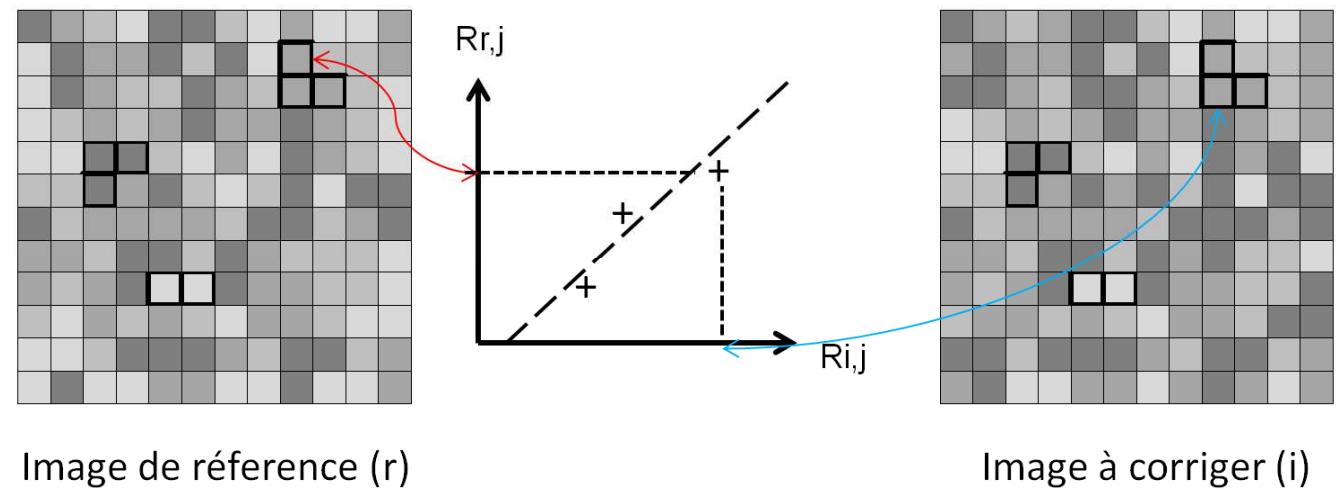
Dans le cas des images Landsat, les valeurs numériques des pixels sont proportionnelles au rayonnement reçu par le capteur, plus précisément à la luminance. Ces valeurs dépendent de la réflectance de la surface, mais aussi de l'intensité du rayonnement solaire qui parvient à cette surface (qui varie selon la saison), des effets d'absorption par l'atmosphère (« effets atmosphériques »), et de la pente du terrain observé. A cela s'ajoutent les différents ajustements techniques au cours du fonctionnement du capteur, notamment son gain et son vieillissement. Les valeurs sont exprimées en comptes numériques proportionnels à la luminance spectrale des surfaces visées. Or l'information qui nous intéresse est la réflectance au sol. Pour l'obtenir il faut alors réaliser un type de traitement souvent appelé « correction radiométrique ».

A. Radiométrie

Dans le cas des images actuelles un certain nombre sont fournies avec les valeurs par canal directement exprimées en réflectance au sol (Spot VGT, produits NASA-MODIS), pour d'autres, le fournisseur le propose comme option payante. En effet, c'est le plus souvent le résultat d'un prétraitement supplémentaire ; ici il a dû être réalisée dans le cadre du projet, les fournisseurs ne proposant pas ce service pour les images d'archive utilisées (Escadafal, Bacha et Delaître, 1997).

Sans détailler l'ensemble de la méthode utilisée, retenons qu'elle se base dans ce cas également sur la préparation d'une image de référence, dont les comptes numériques (luminance) sont convertis en réflectance au sol en utilisant un jeu de mesures spectro-radiométriques réalisées sur des échantillons de surface du terrain. Ensuite une première analyse statistique multi dates permet de définir des ensembles de pixels apparaissant invariants (Elvidge et al., 1995). Pour chacun de ces éléments du paysage qualifiés de « pseudo-invariants » un couple de valeurs est extrait, l'une de l'image de référence (r) et l'autre d'une image (i) à convertir en réflectance. Cet ensemble de couples permet de calculer la formule de conversion linéaire des comptes numériques en réflectance pour chacun des canaux (j) de chaque image de date (i). La figure 5 schématise cette approche, qui a été depuis reprise et adaptée à d'autres types d'images (Simonneaux et al., 2008 ; Hadjimitsis et al., 2009).

Figure 5 : Principe de la méthode de normalisation radiométrique par la méthode des invariants.



Pour chacun des canaux (j) et pour chaque zone pseudo-invariante, les valeurs de réflectance de l'image de référence (r) et les valeurs brutes de l'image à corriger (i) sont extraites. La régression linéaire ensuite calculée permet de convertir les valeurs du canal j de l'image i en réflectances au sol.

Source : Auteur

D'autres méthodes plus rigoureuses sont basées sur la simulation physique du trajet du rayonnement, des absorptions par l'atmosphère selon sa composition. Elles utilisent également les données des constructeurs de satellites sur la calibration, le gain et les performances des capteurs (Vermote et al., 1997). Elles se sont révélées peu adaptées à notre projet car les informations sur ces nombreux paramètres nécessaires ne sont pas disponibles dans la majorité des dates de prises de vues.

B. Calcul des indices

A ce stade nous disposons d'une série d'images converties en réflectance au sol, donc comparables entre elles. Il est possible de suivre l'évolution de la réflectance des surfaces à travers les dates de la série, pour chacun des canaux. Plutôt que de les analyser individuellement, un premier indice permet de caractériser la réflectance moyenne ou « brillance » (indice de brillance IB), une grandeur qui s'apparente à l'albédo (Lillesand et Kiefer, 2000), sans en avoir la même définition physique rigoureuse.

$$IB = \text{SQRT} (B1^2 + B2^2 + B3^2)$$

Où B1 à B3 représentent les bandes dans le domaine visible (ex TM1 à TM3)

Le suivi de l'indice de brillance permet d'estimer si l'élément de surface observé devient plus clair ou s'assombrit. Ce dernier cas est causé par différents phénomènes qui peuvent se combiner : a) la surface a été humidifiée (après des précipitations ou par irrigation), b) la rugosité de la surface a augmenté (par le travail du sol, par ex.) c) le couvert végétal a augmenté. L'éclaircissement correspond bien sûr au phénomène inverse, et donne souvent lieu à un diagnostic de dégradation de l'état du milieu.

A noter cependant que la précision de la méthode de correction radiométrique utilisée est moyenne et de faibles variations de l'indice de brillance ne sont pas significatives. Par construction, les indices normalisés s'affranchissent en bonne partie de ce problème ce qui explique leur large succès. Ainsi dans cette étude, deux indices normalisés, le très classique NDVI et l'indice de coloration développé pour les sols (cf supra) ont été utilisés en sus de l'indice de brillance.

C. Résultat : une hyper image multi date

A l'issue de l'ensemble du processus de prétraitement nous avons choisi d'analyser l'évolution dans le temps des trois indices ainsi calculés. Le jeu de données initial de géométrie, résolution et radiométrie disparates est maintenant homogénéisé et converti en mesures comparables entre les dates. Il constitue une hyper image à 3 « néo canaux » (les valeurs des 3 indices) et 23 plans, un par date.

III – Traitements multi temporels

Avec le développement des satellites à résolution kilométrique et répétitivité quotidienne (notamment NOAA AVHRR) de longues séries temporelles ont été constituées et des outils spécifiques ont été développés pour les traitements dits « multi temporels ». Cette utilisation de la télédétection s'est particulièrement développée dans les années récentes, où sont apparus des séries d'images combinant la haute résolution spatiale avec une répétitivité nettement plus élevée que celles des satellites Landsat et Spot. L'utilisation des données du satellite Formosat pour le suivi du développement des cultures dans la région du Tensift au Maroc en est un bon exemple récent (Duchemin et al., 2008).

Dans le cas de notre série de données, comme nous l'avons vu, le pas de temps entre les images est malheureusement très irrégulier et beaucoup de ces méthodes ne sont pas

applicables. Les exemples ci-dessous illustrent les différentes approches testées au cours des projets, pour pouvoir en tirer un certain nombre d'enseignements.

1. Comparaisons simples entre dates

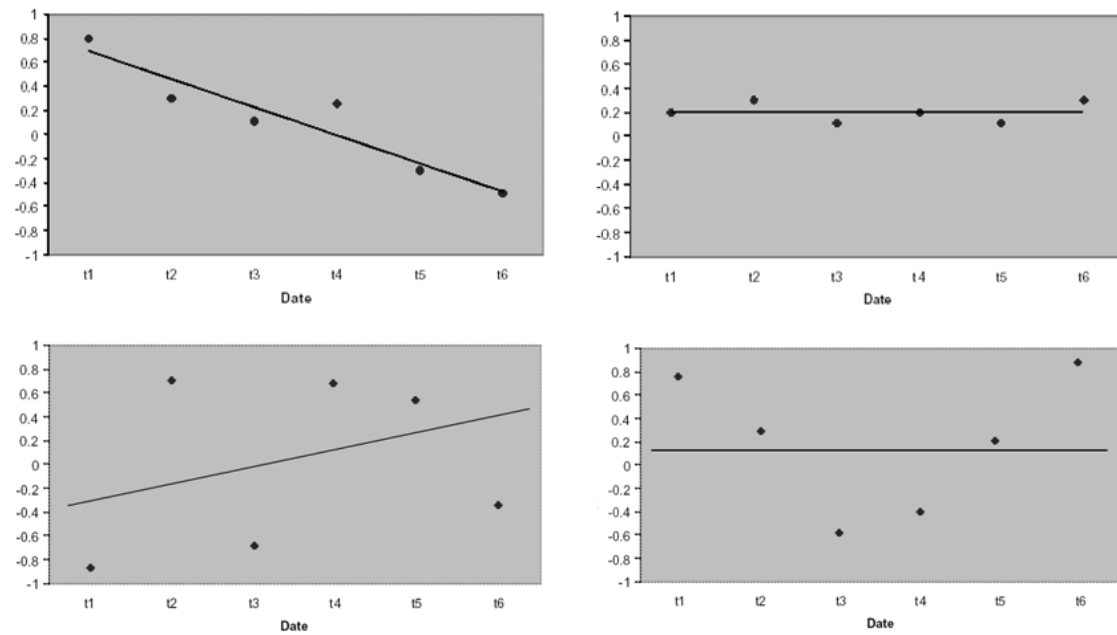
L'approche la plus immédiate consiste à s'intéresser à un couple d'images et réaliser des calculs simples tels que la soustraction entre les deux des valeurs d'un canal ou d'un indice. Selon les dates choisies, l'information obtenue concerne sur le changement sur une période qui peut être très variable : d'un mois à l'autre, d'une saison à l'autre, mais aussi beaucoup plus longue. C'est notamment le cas d'études historiques basiques qui comparent deux situations, généralement une ancienne et une actuelle, par ex. la détermination des changements d'occupation du sol tels que l'extension de l'agriculture irriguée (par ex., Qi et al., 2007). Pour ce qui est des études écologiques dans des milieux aux fluctuations irrégulières comme ceux étudiés ici, même en choisissant les dates des prises de vues au mieux, l'information extractible de la comparaison entre deux instantanés se limite aux éléments à forte persistance : nombre et distribution des arbres par ex (Reij et al., 2005), et bien sûr les infrastructures, telles que routes, maisons, bâtiments.

Pour tirer parti d'une série de plusieurs images, comme nous en disposons ici, il faut passer à des traitements combinant plusieurs dates. Pour une première approche, nous savons qu'il est possible de combiner dans une visualisation à l'écran un maximum de 3 canaux, en leur affectant chacun une des couleurs R,V,B (Girard et Girard, 2010). Dans ce cas nous pouvons donc visualiser simultanément 3 dates quelconques. Si les dates choisies sont pertinentes pour l'objectif poursuivi, il est possible d'interpréter cette « trichromie », voire d'y définir des classes. En général, cette première visualisation permet de repérer les changements les plus importants dans une série d'images, mais les comparaisons 3 par 3 sont vite limitées.

2. Analyse de tendance

Une première méthode simple pour aborder la totalité de la série de données est de rechercher une évolution globale d'un des paramètres, par exemple l'indice de brillance ou l'indice de végétation. Il s'agit de déterminer par calcul si ce paramètre présente une tendance vers une augmentation, ou vers une diminution, ou bien au contraire s'il est globalement stable. Le calcul le plus simple est la recherche de la pente de la droite de régression entre les dates, comme présenté sur la figure 6.

Figure 6 : Exemples théoriques d'évolution temporelle d'un indice extrait d'une série d'images



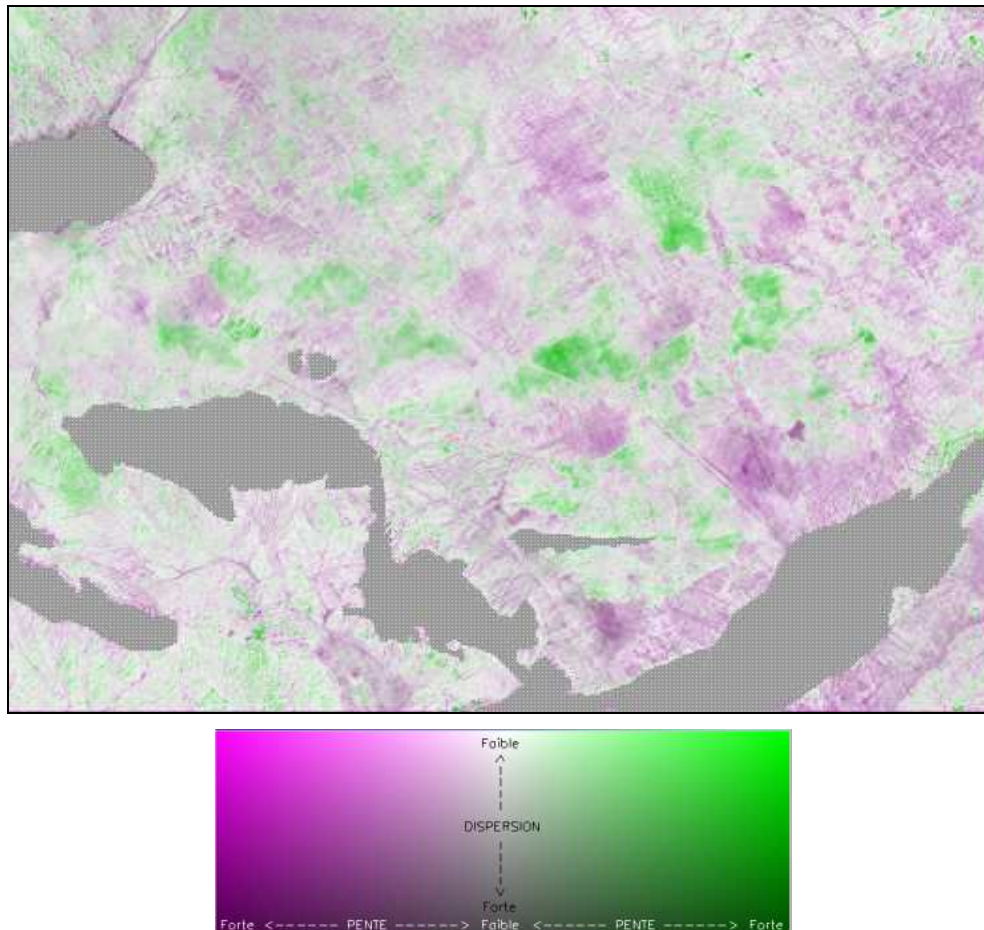
Les schémas de la rangée supérieure indiquent une tendance nette, la ligne inférieure une tendance peu nette, la colonne de droite montre une absence d'évolution de l'indice (stabilité).

Source : Auteur

La pente de cette droite nous indique la direction de la tendance, mais cette information peut être peu significative si la dispersion est grande, comme l'illustre les deux schémas inférieurs de la figure 6. Ce dernier paramètre doit donc être considéré dans toute étude de tendance à long terme selon cette méthode.

Dans le cas de notre série sur la région de Menzel Habib, nous avons réalisé le calcul de la régression linéaire pour l'indice de brillance (figure 7).

Figure 7. Visualisation de l'évolution moyenne de la brillance de la surface de la zone test de Menzel Habib, Tunisie (voir les explications dans le texte)



En utilisant l'approche schématisée dans la figure 6, cette image représente la pente l'évolution des valeurs de l'indice de brillance pour l'ensemble des dates. En vert pente positive, en mauve pente négative. La dispersion est représentée par une saturation décroissante de la couleur (les profils temporels très dispersés sont ainsi représentés par des gris). Les tendances les plus nettes apparaissent donc sous forme de plages de couleur vives : en vert vif les plages nettement dénudées, en mauve vif celles dont le couvert végétal a augmenté (mises en défens, cultures,...)

Source : Auteur

Pour visualiser les valeurs observées, nous avons représenté les valeurs de pente obtenues par une gamme du vert (valeurs positives) au mauve (valeurs négatives). La dispersion est exprimée par la saturation de la couleur ; une couleur dé saturée indique une tendance peu significative (forte dispersion), et inversement. Cette approche assez simple est capable de mettre en évidence et de mesurer des tendances linéaires, telles qu'une diminution persistante du couvert végétal. Par contre, elle ne peut révéler les phénomènes saisonniers ou pluriannuels, présentant une périodicité.

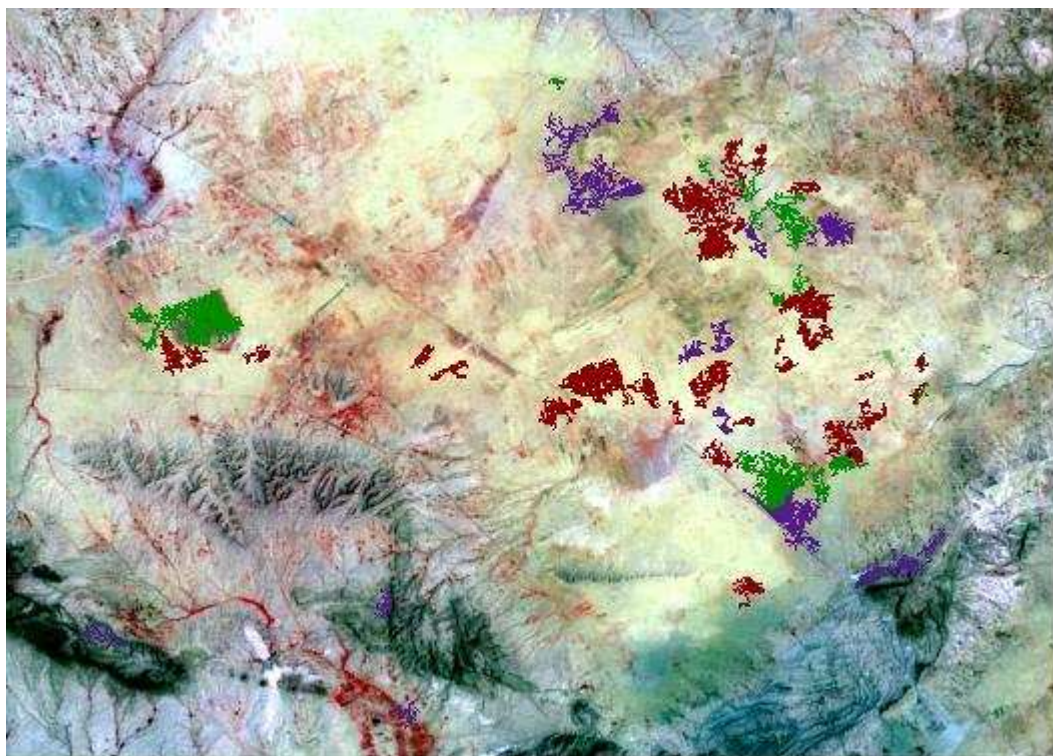
3. Analyse de Fourier

Dans l'étude des phénomènes périodiques, la décomposition en série de Fourier est une méthode très utilisée. Ici (voir figure 8) elle a été testée dans sa version simple à une dimension, pour repérer des cycles ou comportements périodiques communs dans les valeurs de l'indice de végétation de notre série (Albinet, 2004 ; Escadafal et al., 2005).

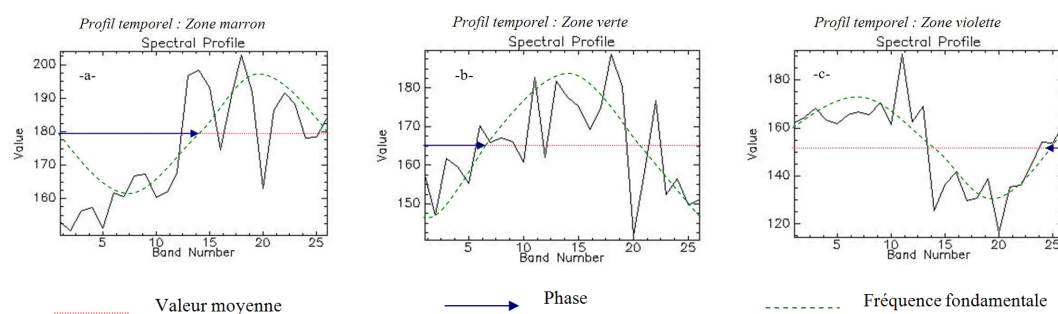
Les résultats de l'analyse par la méthode de Fourier ont permis de distinguer certains sous ensembles de pixels remarquables du point de vue de la périodicité des changements. Cependant cette méthode n'a pas permis d'identifier les profils temporels de tous les pixels.

En effet, si chaque élément de surface représenté par un pixel ne peut être considéré comme totalement indépendant de ses voisins, force est de constater que le nombre de « trajectoires temporelles » potentielles est, sinon infini, du moins très grand. Dans ce foisonnement, il est donc difficile d'y repérer les grands ensembles qui ont des évolutions semblables. L'analyse de Fourier a repéré un certain nombre de sous ensembles de pixels qui ont une évolution semblable, mais elle nous dit peu de choses sur les autres.

Figure 8 : Identification dans la série d'image d'ensemble de pixels présentant des phénomènes périodiques similaires (analyse de Fourier).



Fond : image Landsat en fausses couleurs 05/2003.



La sélection des pixels dont le profil fréquentiel est dominée par une fréquence fondamentale identifiée, permet de distinguer ici trois classes prises en exemple :

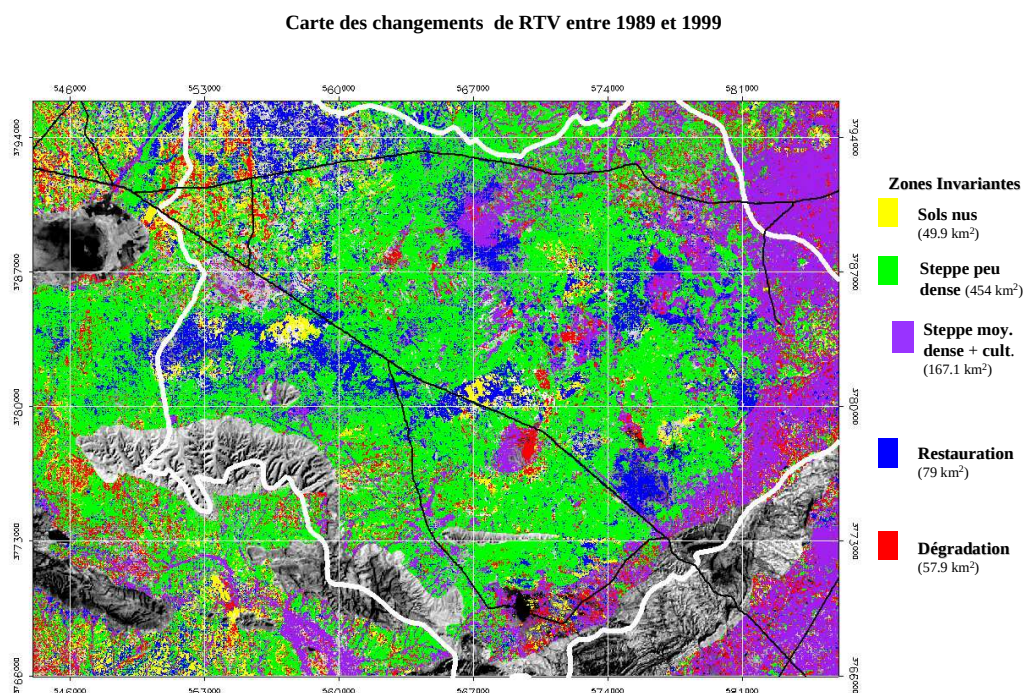
- En marron : des plages présentant une croissance de l'indice de brillance(a),
- En vert: des plages avec une croissance d'indice de brillance jusqu'à la fin des années 1980, puis une décroissance jusqu'en 2003
- En mauve : des plages avec une croissance d'indice de brillance jusqu'au milieu des années 1980, une décroissance jusqu'à la fin des années 1990 et une nouvelle dégradation jusqu'en 2003

Source : Auteur (d'après Albinet, 2004)

4. Classification

Pour faire face à la multiplicité des profils d'évolution temporelle lorsqu'on prend en compte la population des pixels individuels, une approche est de simplifier en diminuant le nombre de situations possibles (figure 9). Pour chaque date, nous avons ainsi regroupé les pixels dans un nombre limité de classes, représentant les principales conditions de surface rencontrées dans la zone.

Figure 9 : Cartographie simplifiée de l'évolution temporelle entre 5 dates à partir de 3 classes d'état des surfaces



La classification multi temporelle a été testée en combinant 5 images d'années différentes, sur chacune seule trois classes ont été distinguées (couvert végétal relativement faible, moyen ou élevé). Sur le nombre maximal théoriquement possible (243) de combinaisons, il est apparu que 65 profils représentent 80% de l'effectif. Ces profils ont été classés en steppe en trois classes de couvert stable, une classe de couvert généralement en diminution (dégradation) et une en accroissement (restauration).

Source : Auteur

Cette approche présente l'avantage de pouvoir définir un profil temporel pour chaque pixel. La difficulté de son utilisation est liée à la validation des classes obtenues pour les images les plus anciennes, même si le fait d'utiliser des images normalisées en réflectance permet une certaine cohérence entre les classes.

5. Vitesse de changement

La vitesse à laquelle se produit un changement est un des paramètres extractibles d'une série d'images de télédétection, intéressants du point de vue écologique. Les séries d'images à pas de temps court, comme celles des séries NOAA-AVHRR ou SPOT-VGT ou plus récemment MODIS, permettent en effet de suivre par exemple le développement d'un couvert végétal et d'en observer au cours d'une saison les modifications graduelles liées à la phénologie, ou des changements plus brutaux dans le cas des pratiques agricoles, comme les coupes et récoltes.

Dans le cas de notre série de données, toujours pour les mêmes raisons, elle ne permet pas une analyse aussi fine. Il faut cependant noter qu'à l'échelle pluriannuelle il y a aussi des différences de vitesses de changements. Ainsi dans le paysage des aires changeant très peu ont été repérées et ont pu servir de référence pour les corrections géométriques. Ce sont le plus souvent des surfaces pratiquement dénuées de végétation comme les piémonts très pierreaux, et les dunes vives. Les informations de terrain sur l'état des autres types de surfaces à chacune des dates ne sont pas suffisantes pour valider un calcul de vitesse de changements déduit des images. Cependant cette piste mérite d'être explorée plus avant, car elle est en lien avec la mesure de la résilience des milieux et pourrait introduire une stratification intéressante entre les zones à changements rapides, moyens et lents.

IV – Bilan méthodologique : l'utilisation d'indices

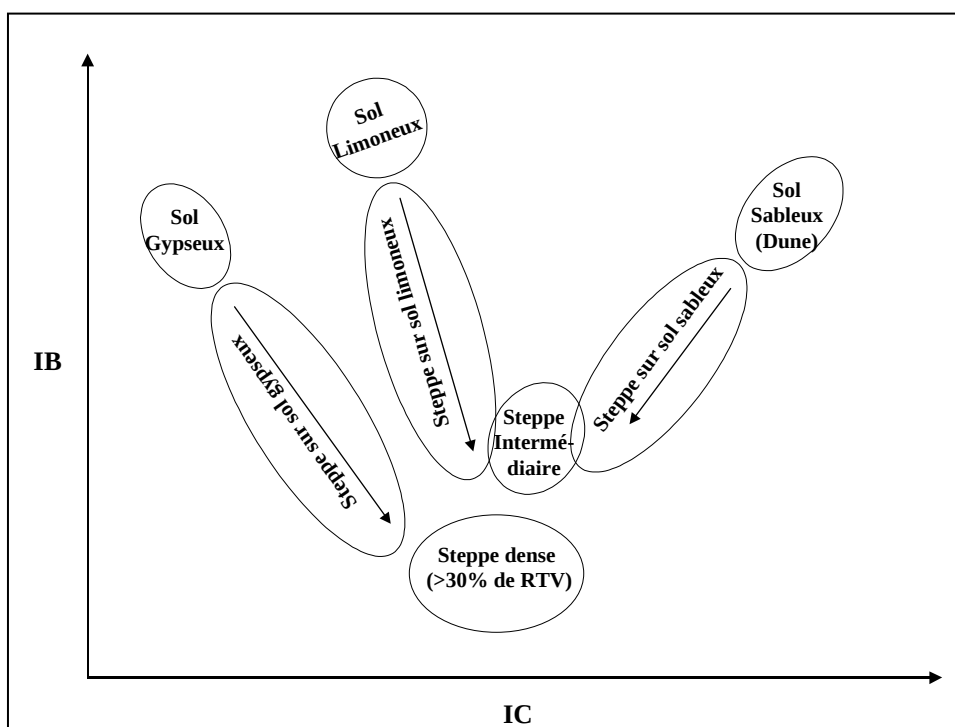
Le classique indice de végétation normalisé, le NDVI reste incontournable pour suivre l'évolution des couverts végétaux verts, mais les taux de couverture végétale sont ici le plus souvent faibles et difficiles à détecter, *a fortiori* leurs variations. Pour prendre en considération l'ensemble de la végétation, il est intéressant d'utiliser le fait qu'elle diminue la réflectance de l'image, qu'elle soit verte ou non. Les variations de l'indice de brillance (IB) peuvent alors être utilisées pour caractériser cet effet assombrissant. Cependant il est plus sensible que les indices normalisés aux variations de la position du soleil au moment de la prise de vue et aux erreurs de correction radiométrique. Par ailleurs, d'autres facteurs peuvent assombrir les surfaces : l'augmentation de l'humidité, ou de la rugosité; cet indice doit donc être interprété en tenant compte de ces différentes limitations.

Les travaux menés au cours de projets cités ont démontré que, à cause de la faible couverture végétale, les sols et particulièrement leur surface sont les composants des milieux arides les plus importants du point de vue de la télédétection. Leur réflectance varie amplement, et leur coloration également. Un indice de coloration, IC, a été développé. Il varie comme la saturation de la couleur des sols, plus la couleur rougeâtre des sols est intense, plus il est élevé, au contraire un sol grisâtre a un indice faible.

Si cet indice est normalisé comme l'indice de végétation NDVI, l'information qu'il fournit sur les sols ne peut être directement interprétée en termes écologiques. Seule une connaissance du milieu et des ses différents aspects selon le niveau de dégradation permet d'utiliser l'indice IC pour diagnostiquer une éventuelle évolution de l'état du milieu, positive ou négative. Ainsi il est possible de repérer la présence de sable éolien (IC élevé), mais dans certains cas cela correspond à l'apparition de dunes vives, ce qui est un signe de dégradation, alors que le départ de sable sur les sols jusqu'alors couverts d'un voile éolien est un signe d'érosion éolienne, qui se traduit par une baisse de l'IC.

Un exemple d'interprétation écologique de l'évolution conjointe des indices IB et IC est donné sur la figure 10.

Figure 10 : Schéma d'interprétation écologique des trajectoires d'évolution combinée des indices IB et IC



La séquence de dégradation typique de la région se traduit par une augmentation de l'indice de brillance (baisse du couvert) et une diminution de l'indice de coloration (érosion de la couche sableuse, apparition des matériaux limoneux, puis gypseux sous jacents (flèche épaisse). Alors que la diminution de l'indice de brillance correspond à une augmentation du couvert végétal, des variations de l'indice de couleur indiquent des changements de type de matériau.

Source : Auteur

Les exemples d'analyses multi temporelles présentées montrent l'intérêt de suivre l'évolution du milieu dans le temps à partir d'indices pertinents. Cela permet de prendre en compte un seul paramètre par date et de focaliser l'analyse sur la seule dimension temporelle. Comme nous l'avons signalé, la série constituée après de nombreux prétraitement a été traitée comme une hyper image à 23 plans, un par date. Leur espacement dans le temps irrégulier n'a pu être pris en compte dans les algorithmes de calculs, mais essentiellement au niveau de l'interprétation des résultats.

V – Perspectives

L'exemple utilisé illustre bien la complexité, mais aussi l'intérêt de chercher à exploiter les images que nous fournissent les satellites d'observations de la Terre depuis leurs débuts.

1. Difficultés d'interprétation

Une des difficultés du suivi multi temporel est liée au fait de calculer des changements au niveau de pixels d'images dont la correction géométrique ne peut être parfaite. Les inévitables erreurs de superposition augmentent artificiellement la gamme des changements dans la mesure où certains sont des artefacts. Lorsqu'on étudie des changements d'occupation du sol de parcelles agricoles dont les limites sont stables dans le temps, ces artefacts peuvent être facilement repérés et éliminés. Dans le milieu étudié où les modifications ne sont pas nécessairement abruptes, des changements apparaissant en bordure de parcelle ou de plages homogènes (voile sableux par ex.) peuvent être des artefacts, mais aussi dans certains cas correspondre à des changements réels au sol, tel que le déplacement d'une limite de parcelle, ou du voile sableux.

Pour le suivi de la couverture végétale, qui reste un élément essentiel de la caractérisation de l'état écologique du milieu, la principale difficulté est sa faible couverture doublée d'une faible abondance du feuillage vert ou plus généralement d'éléments chlorophylliens qui donne le signal habituel de la végétation vue par satellite. Nous n'avons donc pas utilisé cet aspect, pourtant classique, dans l'étude citée, pour s'affranchir des fluctuations saisonnières que la série d'image ne permet pas ici de suivre.

Nous avons tenté de surveiller l'évolution globale du couvert global en nous intéressant à sa propriété d'assombrir les surfaces vue de l'espace. L'indice de brillance est un moyen simple de caractériser cet effet. Il est cependant sensible aux variations des angles d'illumination par le soleil et aux erreurs de calibration radiométrique. En toute rigueur, il est préférable d'utiliser la mesure physique de l'albédo. Si il n'a pas été possible de la calculer à partir des jeux de données dont nous disposions, des valeurs d'albédo sont maintenant disponibles, notamment celles dérivées de la dernière génération de satellites météorologiques, mais de par cette origine ces données sont à une résolution bien plus faible, kilométrique (Loew et Govaerts, 2010).

Enfin, une des limitations inhérentes à l'interprétation de longues séries d'images, c'est qu'il est parfois difficile d'identifier et interpréter des changements apparaissant entre des images acquises il y a de nombreuses années, il n'est plus possible de retrouver des indices ou témoins fiables de la réalité du terrain, dont la reconstruction peut être un peu hasardeuse.

Malgré ces remarques sur les difficultés et les limites de l'analyse multi temporelle à haute résolution discutée ici, le bilan est cependant nettement positif. En effet, seule l'observation répétée au travers des années, peut apporter la vision à long terme indispensable à un diagnostic sérieux de l'état du milieu, tout en l'étendant à de grandes surfaces. En effet, de nombreuses études se contentent de comparer des paires d'images, l'une étant considérée comme l'état initial et la deuxième l'état après le changement que l'on veut observer. En cherchant à analyser les changements à travers les 23 images par l'observation de toutes les combinaisons deux à deux, il est évident que certaines ne mettent pas en évidence de changement important, d'autres montrent des évolutions positives et d'autres négatives. Selon la paire d'images dont on dispose, les résultats sont donc extrêmement différents et ne permettent pas de conclure si on se contente d'une telle analyse par paires.

Globalement l'analyse multi temporelle apporte donc une vision inégalée des fluctuations de l'état des milieux sous l'action combinée du climat et de l'homme. Les extrêmes constatés sont impressionnants, mais les différents traitements mis en œuvre ont permis de dégager des tendances.

Ainsi, la dégradation des terres, mais aussi les actions entreprises pour la juguler et pour une meilleure utilisation du milieu a des effets remarquablement visibles depuis l'espace. Lors de périodes de sécheresse, l'extension des zones sableuses et particulièrement des sables mobiles est bien repérable par leur couleur et leur clarté. Au contraire, les zones mises en défens voient leur réflectance diminuer et apparaissent comme des formes géométriques

sombres dans les images. Dans les images, elles apparaissent et disparaissent selon les actions au sol, dont il est ainsi possible d'évaluer l'impact. Il faut cependant compter plusieurs années pour les voir se manifester. On peut conclure que l'on raisonne sur des décennies.

2. Nouveaux développements

Le premier de la série des satellites français Spot (20 m de résolution) a été lancé en 1986, cette série en est actuellement au numéro cinq, et grâce à une politique récemment améliorée de mise à disposition de séries historiques, il est maintenant théoriquement possible de constituer des séries de 25 ans ce qui jusqu'à présent n'était possible qu'avec le Landsat américain. A noter cependant qu'une image Spot ne couvre qu'une surface de 60 x 60 km, il en faut donc 9 pour couvrir l'équivalent d'une image de la série Landsat. Cette série est cependant maintenant interrompue, le dernier Landsat lancé (N°7) souffre de dysfonctionnements, et le précédent (n°5) est à bout de souffle. Les images de l'instrument ASTER sur la plateforme TERRA-NASA les remplace partiellement.

Les développements technologiques sont rapides dans le domaine de la télédétection et plusieurs ont un impact direct sur les possibilités actuelles de suivi multi temporel des milieux arides. Parmi les innovations dans le domaine optique, on remarque de nouveaux satellites configurés pour permettre à la fois d'acquérir des images en haute résolution spatiale avec une forte répétitivité temporelle.

Ainsi le satellite Formosat a un taux de « revisite » de 3 jours, combiné à une résolution spatiale de 8 m, pour arriver à cette performance les images ne sont acquises que selon certaines trajectoires privilégiées. D'autres instruments sont annoncés sur cette base, par exemple le satellite expérimental Venus. Ce taux de revisite est notamment conçu pour permettre d'important progrès dans les applications agricoles (suivi du développement des cultures, conseils en termes de traitements et d'irrigation, par exemple). Cet objectif est également poursuivi par le nouveau programme opérationnel Sentinel de l'Agence Spatiale Européenne.

Enfin, il faut signaler que des données de satellites optiques en provenance d'autres pays, notamment de l'Inde, commencent à être largement diffusées. D'une façon générale, de plus en plus d'images de satellites de plus en plus diversifiées sont disponibles, le défi étant de réaliser les traitements appropriés pour obtenir là encore une série temporelle d'images comparables.

Pour ce qui des méthodes de traitement de ces séries, hormis l'amélioration des performances des logiciels, des analyses multi temporelles à pas de temps variable ont été développées, permettant de tenir compte de l'écart de temps réel séparant les images acquises (Petitjean et al., 2011). Nous avons vu que c'est une des problèmes rencontrés dans notre cas d'étude, et d'une façon générale les images de haute résolution sont irrégulièrement espacées, notamment parce que certaines acquisitions sont plus ou moins masquées par des nuages.

Enfin, la nécessité de faire un suivi de l'état de l'environnement s'impose dans de nombreux domaines, pas seulement dans le cas de la désertification. Il paraît donc logique de s'orienter vers des systèmes de surveillance environnementale servant plusieurs objectifs, notamment pour ce qui est de la préparation des rapports des pays pour les trois conventions de Rio.

Les données de satellite ne peuvent cependant suffire à elles seules à caractériser l'état de l'environnement. Les données acquises simultanément par les observatoires au sol sont indispensables et permettent la validation des hypothèses d'interprétation des changements observés depuis l'espace. Un système de suivi environnemental comprend donc idéalement un réseau d'observatoires sur le terrain et des séries d'images acquises en utilisant les satellites d'observation de la Terre, les mesures au sol et depuis l'espace étant combinées selon des approches et modèles intégrés.

Remerciements : cet article a bénéficié d'une lecture attentive et des corrections de Gérard Bégni, chargé de mission CNES, Toulouse.

Références

- Aidoud A. 2008.** *La surveillance à long terme en réseau circum-saharienne : l'expérience Roselt* [en ligne]. Tunis : OSS. 100 p. (Collection Synthèse, n. 3). [Consulté en mars 2012]
http://www.oss-online.org/index.php?option=com_content&view=article&id=1172%3Ala-surveillance-a-long-terme-en-reseau-circum-saharien--l'experience-roselt&catid=168%3Aterre&Itemid=100003&lang=fr
- Albinet F. 2004.** *Surveillance des changements écologiques en zone aride. Télédétection des modifications de surface à long terme* [en ligne]. Mémoire DESS-SIGMA : Université de Toulouse (France). 54 p. [Consulté en mars 2012]
www.cesbio.ups-tlse.fr/data_all/pdf/stage_F_Albinet.pdf
- Andersen G.L. 2006.** How to detect desert trees using CORONA images: discovering historical ecological data. *Journal of Arid Environments*, mai 2006, vol. 65, n. 3. p. 491-511.
- Anyamba A., Tucker C.J. 2005.** Analysis of Sahelian vegetation dynamics using NOAA-AVHRR NDVI data from 1981–2003. *Journal of Arid Environments*, novembre 2005, vol. 63, n.3. p. 596-614.
- Baldi G., Noretto M.D., Aragón R., Aversa F., Paruelo J.M., Jobbágy E.G. 2008.** Long-term satellite NDVI data sets: evaluating their ability to detect ecosystem functional changes in south America [en ligne]. *Sensors*, septembre 2008, vol. 8, n. 9. p. 5397-5425. [consulté en mars 2012].
<http://www.mdpi.com/1424-8220/8/9/5397/>
- Duchemin B., Hagolle O., Mougnot B., Benhadj I., Hadria R., Simmoneaux V., Ezzahar J., Hoedjes J., Khabba S., Kharrou M.H., Boulet G., Dedieu G., Er-raki S., Escadafal R., Olioso A., Chehbouni A.G. 2008.** Agrometeorological study of semi-arid areas: an experiment for analysing the potential of FORMOSAT-2 time images (Tensift Marrakech plain) [en ligne]. *International Journal of Remote Sensing*, vol. 29, n. 17-18. p. 5291-5299. [consulté en mars 2012].
<http://hal.ird.fr/ird-00385110>
- Elvidge C.D. 1990.** Visible and near-infrared reflectance characteristics of dry plant materials. *International Journal of Remote Sensing*, vol. 11, n. 10. p. 1775-1795.
- Elvidge C.D., Yuan D., Weerackoon R.D., Lunetta R.S. 1995.** Relative radiometric normalization of Landsat Multispectral Scanner (MSS) data using a automatic scattergram-controlled regression [en ligne]. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, octobre 1995, vol. 61, n. 10. p. 1255-1260. [consulté en mars 2012]
http://web.pdx.edu/~nauna/Elvidge_etal_1995.pdf
- Escadafal R. 1981.** Une méthode nouvelle de description de la surface des sols dans les régions arides [en ligne]. In Girard M.C. *Traitement informatique des données de sol*. Paris : INRA, p. 21-27. (Département des Sols - INRA, n. 5). 3. Colloque "Traitement Informatique des Données de Sol", AISS, Paris (France), 1981/09/14-17. [consulté en mars 2012].
http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_5/b_fdi_12-13/16905.pdf
- Escadafal R. 1987.** The use of earth observation satellites for soil mapping in arid and tropical regions. *EARSeL Newsletter*, n. 33-34. p. 16-18.
- Escadafal R. 2007.** Les bases de la surveillance de la désertification par satellites [en ligne]. *Sécheresse*, octobre 2007, vol. 18, n. 4. p. 263-270. [consulté en mars 2012].
http://www.ile.com/fr/revues/agro_biotech/sec/e-docs/00/04/39/EE/resume.md?type=text.html
- Escadafal R., Albinet F., Simonneaux V. 2005.** *Arid land cover change trend analysis with series of satellite images for desertification monitoring in Northern Africa* [en ligne]. 31. International Symposium on Remote Sensing of Environment, St Petersburg (Russie), 2005/06/20-24. [consulté en mars 2012].
<http://www.isprs.org/proceedings/2005/ISRSE/html/papers/953.pdf>
- Escadafal R., Bacha S., Delaître E. 1997.** Desertification watch in Tunisia : land surface changes during the last 20 years and onwards. In Spiteri A. (ed.) *Remote sensing' 96 : integrated applications for risk assessment and disaster prevention for the Mediterranean*. Rotterdam : A.A. Balkema. p. 35-40. 16.

EARSeL Symposium, Remote Sensing' 96 : Integrated Applications for Risk Assessment and Disaster Prevention for the Mediterranean, La Valette (Malte), 1996/05/20-23.

Escadafal R., Girard M.-C., Courault D. 1989. Munsell soil color and soil reflectance in the visible spectral bands of Landsat MSS and TM data. *Remote Sensing of Environment*, janvier 1989, vol. 27, n. 1. p. 37-46.

Escadafal R., Huete A. 1991a. Influence of the viewing geometry on the spectral properties (high resolution visible and NIR) of selected soils from Arizona [en ligne]. 4 p. 5. Colloque International "Mesures Physiques et Signatures en Télédétection", Courchevel, (France), 1991/01/14-18. [consulté en mars 2012].
http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_6/b_fdi_33-34/38201.pdf

Escadafal R., Huete A. 1991b. Etude des propriétés spectrales des sols arides appliquée à l'amélioration des indices de végétation obtenus par télédétection [en ligne]. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, vol. 312, Série II. p. 1385-1391. [consulté en mars 2012].
http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_5/b_fdi_31-32/34390.pdf

Gardelle J., Hiernaux P., Kergoat L., Grippa M. 2010. Less rain, more water in ponds: a remote sensing study of the dynamics of surface waters from 1950 to present in pastoral Sahel (Gourma region, Mali) [en ligne]. *Hydrology and Earth System Sciences*, vol. 14, n. 2. p. 309-324. [consulté en mars 2012].
<http://www.hydrol-earth-syst-sci.net/14/309/2010/hess-14-309-2010.html>

Girard M.-C., Girard C.-M. 2010. *Traitement des données de télédétection : environnement et ressources naturelles*. Paris : Dunod. 576 p. (Technique et Ingénierie).

Hadjimitsis D.G., Clayton C.R.I., Retalis A. 2009. The use of selected pseudo-invariant targets for the application of atmospheric correction in multi-temporal studies using satellite remotely sensed imagery. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, juin 2009, vol. 11, n. 3. p. 192-200.

Hiernaux P., Ayantunde A., Kalilou A., Mougin E., Gérard B., Baup F., Grippa M., Djaby B. 2009. Trends in productivity of crops, fallow and rangelands in Southwest Niger: impact of land use, management and variable rainfall. *Journal of Hydrology*, août 2009, vol. 375, n. 1-2. p. 65-77.

Karnieli A., Kokaly R., West N.E., Clark R.N. 2001. Remote sensing of biological soil crusts. In Belnap J., Lange O.L. *Biological soil crusts: structure, function and management*. Berlin : Springer. p. 431-456. (Ecological Studies, n. 150).

Kennedy P. 1989a. Monitoring the vegetation of Tunisian grazing lands using the normalized difference vegetation index. *Ambio*, vol. 18, n. 2. p. 119-123.

Kennedy P.J. 1989b. Monitoring the phenology of Tunisian grazing lands. *International Journal of Remote Sensing*, vol. 10, n. 4-5. p. 835-845.

Lillesand P.T.M., Kiefer R.W. 2000. *Remote sensing and image interpretation*. 4 ed. New York : John Wiley & Sons. 724 p.

Loew A., Govaerts Y. 2010. Towards multidecadal consistent meteosat surface Albedo time series [en ligne]. *Remote Sensing*, avril 2010, vol. 2, n. 4. p. 957-967. [consulté en mars 2012]
<http://www.mdpi.com/2072-4292/2/4/957/>

Long G., Debussche G., Lacaze B., Le Cocq A., Le Floc'h E., Pontanier R. 1977. *Expérience ARZOTU : résultats obtenus à partir des données Landsat acquises en 1975 et 1976* [en ligne]. In *Journées de télédétection*. Montpellier : CEPE L. Emberger. 17 p. Journées de Télédétection du GDTA, Saint-Mandé (France), 1977/09/21-23. [consulté en mars 2012].
http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_5/b_fdi_08-09/09193.pdf

Maestre F.T., Cortina J. 2004. Insights into ecosystem composition and function in a sequence of degraded semiarid steppes. *Restoration Ecology*, décembre 2004, vol. 12, n. 4. p. 494-502.

Maisongrande P., Duchemin B., Dedieu G. 2004. VEGETATION/SPOT: an operational mission for the Earth monitoring; presentation of new standard products. *International Journal of Remote Sensing*, vol. 25, n. 1. p. 9-14.

Miehe S., Kluge J., Von Wehrden H., Retzer V. 2010. Long-term degradation of Sahelian rangeland detected by 27 years of field study in Senegal. *Journal of Applied Ecology*, juin 2010, vol. 47, n. 3. p. 692-700.
http://www.biogeo.uni-bayreuth.de/biogeo/en/pub/pub/pub_detail.php?id_obj=90793

- ORSTOM. 1977.** *Les satellites d'observation de la Terre Landsat : description sommaire, acquisition des données.* Paris : ORSTOM. 42 p. (Initiations, documentations techniques, n. 34 ; Télédétection, n. 1)
- ORSTOM. 1978.** *Analyse multivariable : procédure "loterie" : application à l'analyse multispectrale en télédétection.* Paris: ORSTOM. 78 p. (Initiations, documentations techniques, n. 39 ; Télédétection, n. 2).
- Petitjean F., Inglada J., Gançarski P. 2011.** *Clustering of satellite image time series under time warping.* p. 69-72. 6. International Workshop on the Analysis of Multi-temporal Remote Sensing Images, Multitemp 2011. Trento (Italie), 2011/07/12-14.
- Qi S.Z., Li X.Y., Duan H.-P. 2007.** Oasis land-use change and its environmental impact in Jinta Oasis, arid northwestern China. *Environmental Monitoring and Assessment*, novembre 2007, vol. 134, n. 1-3. p. 313-320.
- Reij C., Tappan G., Belemvire A. 2005.** Changing land management practices and vegetation on the Central Plateau of Burkina Faso (1968–2002). *Journal of Arid Environments*, novembre 2005, vol. 63, n. 3. p. 642-659.
- Ruiz Sinoga J.D., Romero Diaz A., Ferre Buena E., Martínez Murillo J.F. 2010.** The role of soil surface conditions in regulating runoff and erosion processes on a metamorphic hillslope (Southern Spain): soil surface conditions, runoff and erosion in Southern Spain. *Catena*, février 2010, vol. 80, n. 2. p. 131-139.
- Sabins F.F. 1999.** Remote sensing for mineral exploration. *Ore Geology Reviews*, septembre 1999, vol. 14, n. 3-4. p. 157-183.
- Shevell S.K. 2003.** *The science of color.* Amsterdam : Elsevier. 339 p.
- Simonneaux V., Duchemin B., Helson D., Er-Raki S., Oliso A., Chehbouni A.G. 2008.** The use of high-resolution image time series for crop classification and evapotranspiration estimate over an irrigated area in central Morocco. *International Journal of Remote Sensing*, vol. 29, n. 1. p. 95-116.
- Souissi A. 1976.** *L'utilisation des photos ERTS en cartographie thématique, un exemple pratique d'utilisation : la carte d'érosion du bassin versant des oueds Zroud et Merguellil.* 1. Séminaire de télédétection, Direction des sols, Tunis (Tunisie), 1976/10/29-30.
- Ustin S.L., Valko P.G., Kefauver S.C., Santos M.J., Zimpfer J.F., Smith S.D. 2009.** Remote sensing of biological soil crust under simulated climate change manipulations in the Mojave Desert. *Remote Sensing of Environment*, février 2009, vol. 113, n. 2. p. 317-328.
- Vermote E.F., Tanre D., Deuze J.L., Herman M., Morcette, J.-J. 1997.** Second Simulation of the Satellite Signal in the Solar Spectrum, 6S: an overview [en ligne]. *IEEE transactions on geoscience and remote sensing*, mai 1997, vol. 35, n. 3. p. 675-686. [consulté en mars 2012]
[http://modis-atmos.gsfc.nasa.gov/reference/docs/Vermote_et_al._\(1997b\).pdf](http://modis-atmos.gsfc.nasa.gov/reference/docs/Vermote_et_al._(1997b).pdf)
- Wyszecki G., Stiles W.S. 2000.** *Color science: concepts and methods, quantitative data, and formulae.* 2 ed. New York : John Wiley & Sons. 950 p. (Wiley Classics Library)

Analyse de l'interaction entre les données socio-économiques et écologiques : synthèse régionale

Mongi Sghaier

Laboratoire d'Economie et Sociétés Rurales (LESOR), Institut des Régions Arides (Tunisie)

Résumé. Ce papier se propose d'analyser l'interaction entre les deux grands ensembles de données et analyses socio économiques et environnementales et leur intégration à travers la valorisation des acquis accumulés dans le domaine de la surveillance environnementale. Quatre niveaux d'intégration des dimensions socio économiques et environnementales sont analysés : niveau conceptuel, niveau de l'approche et des outils, niveau de la mise en œuvre des dispositifs de surveillance dans les observatoires et niveau de l'accompagnement de la décision. Le papier synthétise également les résultats de la mise en place de l'approche harmonisée développée au sein du programme ROSELT/OSS dans la région circum-Saharienne. Laquelle approche a permis de développer des analyses de l'état et de la dynamique des systèmes écologiques et socio-économiques et de leurs interactions. Elle a également abouti à mettre en place des méthodologies harmonisées de collecte, de traitement et d'analyse des données environnementales et particulièrement socio-économiques. Finalement, le papier discute les conditions de viabilité, d'institutionnalisation et d'opérationnalisation de la surveillance environnementale pour qu'elle soit au service d'un appui à la gestion durable des territoires et aux politiques publiques de l'environnement et de lutte contre la désertification.

Mots-clés. Intégration – Données socio économiques – Observatoire – Surveillance environnementale – Développement durable – Désertification.

Analysis of the interaction between socio-economic and ecological data: regional synthesis

Abstract. This paper analyzes the interaction between environmental and socio-economic data and their integration in the environmental monitoring systems. Four levels of integration of socio-economic and environmental dimensions are analyzed: the conceptual, approaches and tools, implementation, and support for decision making. The paper also summarizes the results of the implementation of the harmonized approach developed by the ROSELT / OSS programme in the African circum-Saharan region, a programme which also led to the development of harmonized methods for collecting, processing and analyzing environmental data, particularly socio-economic data. Finally, the paper discusses the conditions for servicing, institutionalizing and operationalizing environmental monitoring as a support tool for sustainable land management and public policies for the protection of the environment.

Keywords. Integration – Socio-economic data – Monitoring – Environmental monitoring – Sustainable Development – Desertification

I – Introduction

La nécessité de dépasser les approches analytiques et thématiques et de mettre au point des concepts et des outils capables de mieux appréhender la complexité de la réalité, de nature multidimensionnelle, a gagné de nos jours le consentement d'un large public tant scientifique que politique. Ce constat a été consolidé suite aux difficultés survenues lors de l'élaboration des indicateurs de développement durable et de suivi évaluation de la désertification durant les années quatre vingt dix. Les spécialistes ont soulevé sérieusement l'incapacité des indicateurs unidimensionnels, sectoriels et thématiques, lorsqu'ils sont pris individuellement, à refléter la

durabilité qui devrait être exprimée par la combinaison ou la synthèse de plusieurs indicateurs. L'OCDE précise qu'un complément d'informations et d'analyses scientifiques doit appuyer l'approche « indicateur » en l'occurrence l'intégration de l'aspect d'interdisciplinarité qui devrait conforter sûrement l'appréhension de la complexité inhérente à la nature de la relation interactive entre la société et son environnement.

Ainsi, les approches interdisciplinaires, systémiques se présentent comme une réponse pertinente au problème des risques imputés à la juxtaposition et à la compilation des sciences biophysiques, écologiques et sociales ainsi que des risques imputés aux modèles déterministes (Sghaier et Sandron, 2000).

Cependant, le défi majeur est d'assurer l'interaction entre les données et les analyses socio-économiques et écologiques au sein des approches systémiques, intégrées et multidimensionnelles mises en œuvre durant le processus d'observation socioéconomique et environnementale.

Nombreuses sont les recherches qui ont travaillé sur le fondement théorique de l'intégration de la dynamique des écosystèmes et des sociétés. Ces recherches se sont basées sur la systémique et la contextualisation des relations population-environnement au niveau spatial et temporel, permettant au niveau local une caractérisation des processus d'évolution des sociétés humaines (transition démographique, mutations des espaces sociaux et économiques) et une mise en relation avec la dynamique agraire et écologique.

Il importe également de souligner que les carences constatées en données socioéconomiques ont toujours constitué un handicap majeur pour l'élaboration des analyses environnementales et les outils d'aide à la décision. Cela s'explique sans doute par le caractère récent de l'intégration de la socio-économie dans la surveillance environnementale.

L'intégration à travers l'élaboration d'indicateurs d'interface a été tentée par plusieurs travaux dont certains ont fait recours à des méthodes complexes qui se basent sur des notions d'interface globale tels que l'indicateur d'interface élaboré par le programme DYPEN : Typologie Exploitations Agricoles (TEA) (Collectif DYPEN, 2000). Cet indicateur d'interface, construit moyennant les méthodes multidimensionnelles, porte sur la relation entre les systèmes d'exploitations agricoles et l'ensemble des ressources en usage dans ces systèmes (eau, couvert végétal, sols). D'autres exemples d'indicateurs d'interface existent, élaborés par d'autres expériences, notamment le travail de Santabinez et Soto (2000). Ce travail avait pour objectif de contribuer au développement d'une méthodologie d'évaluation du processus de désertification en utilisant des indicateurs des milieux physique, biologique et social, avec comme outil principal un Système d'Information Géographique (SIG). Le travail propose un modèle spatial du phénomène de désertification dans la province de Limari au Chili. Les indicateurs d'interface peuvent également être construits en se basant sur les méthodes anthropologiques qui tentent de recueillir les savoirs locaux qui sont en général riches en indicateurs simples, d'interface ou synthétiques qui sont également facilement détectables et quantifiables.

II – Prise en compte de la dimension socio économique dans la surveillance environnementale : constat introductif

1. Complexité et globalité de la réalité environnementale

La complexité de la réalité environnementale dont l'appréhension par des méthodes et outils mono dimensionnels est difficile ne peut donner qu'une vision fragmentaire et partielle.

La globalité de cette réalité a montré les limites des approches trop analytiques qui ne s'intéressent qu'à un élément ou à un fragment de cette réalité. La question d'emboîtement d'échelles (local, méso, micro, macro, etc.) et des systèmes (systèmes de culture, système d'exploitation familiale, système agro-écologique, etc.) devient centrale de ce point de vue.

La prise en compte de la dimension socio économique dans la réalité environnementale se présente désormais comme une réponse aux échecs des approches ultra analytiques et mono disciplinaires.

La perception de l'ampleur des rapports reliant l'activité socio économique et les ressources naturelles et l'environnement, a été concomitante avec l'apparition du risque d'épuisement des ressources naturelles non renouvelables et les conséquences qui peuvent en découler

La prise en compte de la dimension socio économique par rapport à la réalité environnementale a évolué progressivement sous l'impulsion de plusieurs facteurs de différents ordres. En effet, les limites des approches mono disciplinaires à expliquer la réalité environnementale ont été montrées par plusieurs travaux de recherche et de développement menés dans les pays en développement et notamment en Afrique. Brossier (1987) souligne "l'insuffisance de la démarche analytique et la nécessité de mieux prendre en compte certains éléments que l'on peut lier au concept de système".

2. L'approche systémique est développée comme alternative pour intégrer la dimension socio économique et dépasser les approches thématiques

Contrairement à l'approche analytique, l'approche systémique considère la réalité comme étant un ensemble d'éléments inter liés et interdépendants agencés suivant un système organisé. Lequel système intègre toutes les dimensions de la réalité, aussi bien la dimension sociale qu'économique ou bien environnementale.

L'approche systémique est justifiée d'un côté par la volonté, en réaction aux tendances ultra-analytiques de certaines sciences, de restaurer une approche plus synthétique qui reconnaisse les propriétés d'interaction dynamique entre éléments d'un ensemble, lui conférant un caractère de totalité ; de l'autre côté, par le besoin de mettre au point une méthode, en vue de concevoir et maîtriser des ensembles vastes et complexes. Enfin, un autre justificatif pourrait être lié à la nécessité, face à une fragmentation et une dispersion du savoir, de promouvoir un langage unitaire qui puisse servir de support à l'articulation et à l'intégration de modèles théoriques et de préceptes méthodologiques épars dans diverses disciplines" (Brossier, 1987).

Justement, l'approche systémique s'est montré capable dans la pratique de permettre une meilleure intégration de la dimension socio économique aux problématiques environnementales et dans les thématiques de développement notamment en milieu rural. Nombreux sont les travaux, en effet, qui ont tenté de développer et de mettre en œuvre des approches systémiques dans différents contextes et pour appréhender des problématiques diverses (Tiffen et Mortinore, 1992 ; Picouet et Sghaier, 2000 ; Morvaridi, 1998 ; Loireau, 1998 ; Collectif DYPEN II, 2000 ; Loireau et al., 2005, etc.).

3. Nécessaire multidisciplinarité/interdisciplinarité pour la surveillance environnementale

La prise en compte de la complexité de la réalité environnementale et le recours à l'approche systémique pour l'appréhender, rendent l'approche multidisciplinaire ou interdisciplinaire fortement recommandée pour la surveillance environnementale.

La recherche - développement ou la recherche-action fait recours à la multidisciplinarité comme nécessité pour la surveillance environnementale.

A titre d'exemple, l'explication des phénomènes de dégradation des systèmes écologiques ne revient pas uniquement aux sciences écologiques mais au concours d'autres disciplines en particulier les sciences sociales qui peuvent expliquer les comportements humains, les règles et modes d'usage des ressources naturelles etc.

La mise en œuvre de l'approche multidisciplinaire se heurte souvent à des difficultés dont principalement la coordination, l'intégration des outils, la mise en œuvre des approches et des outils intégrés, la concordance des échelles pertinentes à chaque discipline, l'importance des moyens à mettre en œuvre, etc.

Souvent, dans la pratique, multidisciplinarité/interdisciplinarité et approche systémique vont généralement de pair et sont difficilement dissociables. Toutefois, la mise en œuvre de ces approches se heurte à un risque majeur qui consiste en la simple juxtaposition des outils et des analyses. Un effort d'intégration aussi bien des outils que des échelles et des questionnements est nécessaire pour appréhender les problématiques complexes liées à la surveillance environnementale.

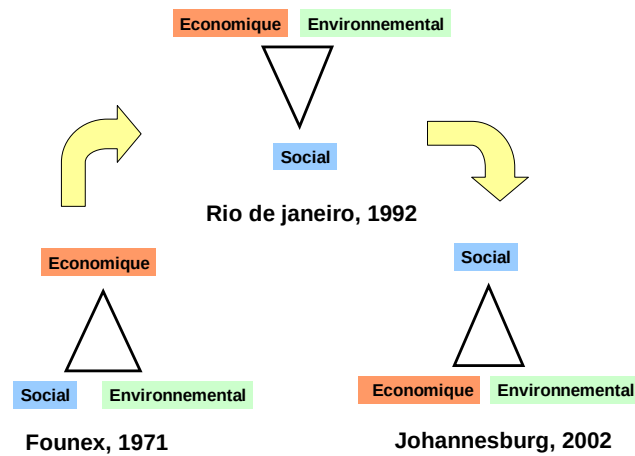
4. La dimension socio économique est au centre des enjeux du développement durable

Le développement durable a intégré depuis le début la dimension socio économique dans les principaux enjeux environnementaux. En effet, depuis le sommet de Founex en 1971, la hiérarchisation de ces enjeux a connu des évolutions importantes avec une priorisation de plus en plus poussée à la dimension sociale (figure 1). Lors de la conférence de Founex, le développement économique était au centre des préoccupations, l'environnement est considéré en tant que coût et contrainte. De Stockholm à Rio, l'environnement était prioritaire conjointement avec l'économie. A Johannesburg, le développement social prendrait le pas sur l'économie et l'environnement, tant que les humains sont la seule destination des progrès économiques et environnementaux.

Il est d'intérêt de constater que ces évolutions n'ont pas été sans retombées importantes sur le développement des concepts et des outils de la socio économie. En effet, dans la surveillance environnementale comme dans les stratégies et les plans de développement durable, la socio économie a pris de l'importance aussi bien par rapport à la désertification que par rapport au changement climatique ou encore par rapport à la biodiversité.

La socio économie a également gagné progressivement de l'importance dans la mise en œuvre des trois conventions internationales UNCCD, UNCBD et UNCCC. En effet, la dimension socio économique est venue se placer au premier plan dans les outils, les actions et les programmes d'action de ces conventions.

Figure 1. Evolution de la hiérarchie des enjeux du développement durable du sommet de Founex (1971) au sommet de Johannesburg (2002)



Source : Weber, (2002)

5. Place et importance de la socio économie par rapport à la surveillance environnementale

L'intérêt grandissant porté à la socio économie a eu comme conséquence l'intégration de cette dimension dans les systèmes de suivi évaluation et de surveillance environnementale (SE). Les indicateurs aussi bien de mise en œuvre que d'impact englobent désormais les aspects socio économiques. Ainsi, la dimension socio économique est devenue capitale dans un système de surveillance environnementale qui vise à appréhender la réalité dans un territoire donné. La prise de conscience de la nécessité d'intégrer la dimension socio économique dans la SE, traduit bien les échecs des approches sectorielles et unidimensionnelles.

D'ailleurs le recours à l'approche globale et systémique a catalysé le développement d'approches intégrées et multidisciplinaires qui s'intéressent de plus en plus aux synergies entre le naturel, le biophysique et l'humain.

III – Intégration des dimensions socio économiques et environnementales dans la SE

Dans ce qui suit, un essai d'aborder l'intégration des dimensions socio économiques et environnementales dans la SE est proposé à travers la capitalisation des acquis d'exemples pratiques de travaux scientifiques connus. En vue de mieux illustrer ces expériences et pour une meilleure visibilité, quatre niveaux d'intégration sont privilégiés : le niveau conceptuel, le niveau de l'approche et des outils, le niveau de la mise en œuvre des dispositifs de surveillance dans les observatoires et le niveau de l'accompagnement de la décision.

1. Intégration des dimensions socio économiques et environnementales : niveau conceptuel

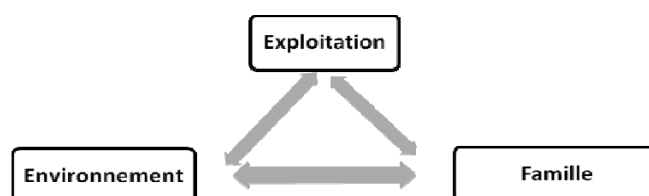
De nos jours, les tentatives pour conceptualiser et opérationnaliser cette intégration au niveau conceptuel sont nombreuses. Des concepts tels que "population environnement", "nature sociétés", "ressources usages" sont développés au sein de plusieurs programmes dont les plus importants ROSELT/OSS et DYPEN. Trois exemples sont présentés dans ce qui suit :

A. Système exploitation-famille-environnement

En agriculture, l'approche systémique appliquée à l'exploitation agricole familiale amène à mettre l'accent sur un système famille-exploitation. C'est enfin "l'ensemble, constitué par l'unité de production, l'agriculteur et sa famille que l'on désigne sous l'appellation de système exploitation - famille - environnement" (Roux, 1986).

Ce système est organisé moyennant l'agencement de trois éléments qui sont eux même des sous systèmes. Les synergies entre les trois sous systèmes donnent un niveau d'appréhension supérieur à la sommation. Les trois sous systèmes (exploitation, famille et environnement) s'interagissent et n'ont pas des relations à sens unique. C'est un système également très riche et qui se caractérise par un niveau de complexité supérieur à celui de chacun des sous systèmes pris séparément.

Figure 2. Système exploitation-famille-environnement



Source : Roux, (1986)

B. Système population environnement (Approche DYPEN)

Les relations interactives entre les sociétés et leur environnement naturel sont établies depuis plusieurs décennies par de nombreux travaux scientifiques (Tiffen et Mortimore, 1992 ; Picouet et Sghaier, 2000 ; Morvaridi, 1998). En effet, les problèmes d'environnement (dont la désertification, l'adaptation au changement climatique et la perte de biodiversité) observés dans plusieurs régions, notamment arides et semi-arides, commencent être traités en termes de relations avec les facteurs sociaux, économiques et politiques.

L'intérêt porté aux relations entre la population et les ressources n'est pas nouveau. Les mercantilistes, puis les économistes classiques, avaient intégré les limites des ressources sous un angle purement économique.

Le modèle théorique conceptualisé développé dans le cadre du programme DYPEN « Dynamique de populations et Evolutions des milieux Naturels » (1989-2000) « système population-environnement » repose sur les avancées scientifiques disponibles (champ de référence écologique, approche systémique, démarche interdisciplinaire, théorie de la viabilité, etc.). Les hypothèses sous-jacentes considèrent que les interrelations entre la dynamique d'une

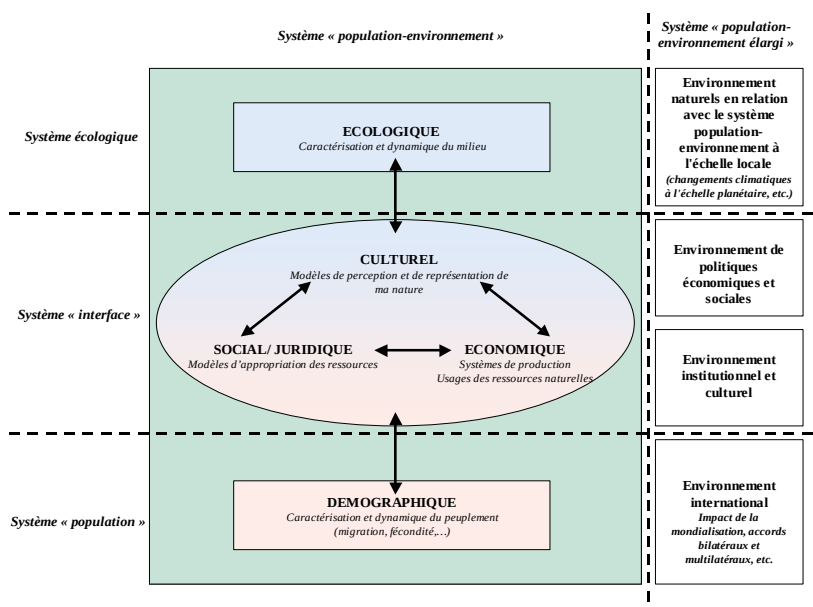
population et les milieux naturels s'expriment, en effet, à l'intérieur de systèmes complexes ouverts et évolutifs ; leur identification, les mécanismes, qui les sous-tendent, sont déterminants pour apprécier la précarité des systèmes populations-environnement et juger de la durabilité des équilibres.

Les systèmes population-environnement sont des systèmes complexes, pouvant être perçus à différents niveaux d'échelles, et se transformant sous l'effet de multiples facteurs (Picouet et Sghaier, 2000). On peut schématiquement décomposer un tel système en trois sous-systèmes interdépendants tel qu'ils apparaissent dans la figure 3.

L'accent est mis sur l'« interface » caractérisant les relations d'une société vis-à-vis des ressources du milieu (pratiques d'usage, modalités d'accès et de représentation des ressources naturelles).

L'interaction homme-milieu devient plus pertinente si elle est positionnée par rapport à une approche dynamique qui tient compte des changements et des évolutions dans le temps. Par ailleurs, ce système est à placer dans un champ plus large traduit par l'environnement politique socio-économique et institutionnel pris à l'échelle macro. En effet, ces facteurs exogènes tels que les politiques de l'Etat (politique des prix, libéralisation de l'économie, etc.) peuvent être à la base de changements majeurs au niveau local.

Figure 3. Système population-environnement (Approche DYPEN)



Source : Collectif DYPEN II (2000).

C. Système Ressources-Usages-Espace (Approche ROSELT/OSS)

Dans le cadre de ROSELT/OSS, l'écosystème est de fait considéré comme l'ensemble des interactions entre les populations de différentes espèces dans un même site et entre ces

populations et leur milieu physique. Ce système, avec ses propres processus endogènes (internes au système), est contraint par des forces directrices exogènes, telles que le climat et les activités anthropiques (Loireau et al., 2005).

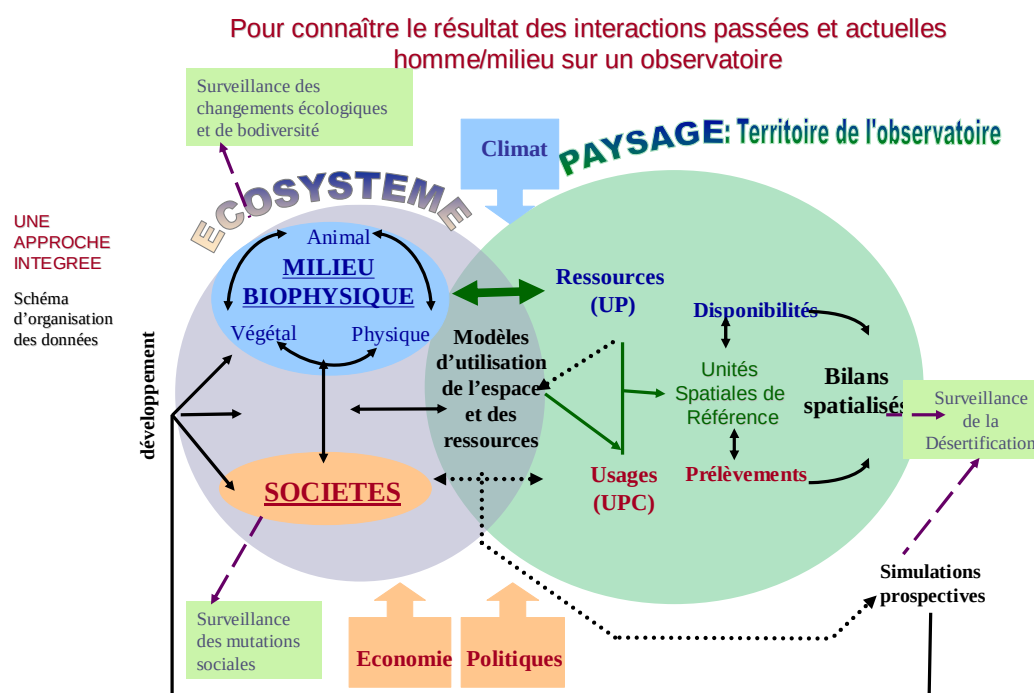
L'interaction homme-milieu est également positionnée dans l'espace. Dans le cadre de ROSELT/OSS, sur des territoires d'observatoire délimités, les usages et les pratiques de l'homme pour exploiter leurs ressources se distribuent dans l'espace selon des logiques d'utilisation qui sont propres aux populations locales. Le paysage est la résultante observable de ces interactions homme-milieu.

Comme le propose l'approche ROSELT/OSS (Loireau et al., 2004 ; Loireau, 1998), cette relation entre usages, les ressources et l'espace se définit au niveau du paysage. Le paysage est la résultante observable des interactions entre les processus endogènes de l'écosystème, le climat et les sociétés. Il est donc le lieu privilégié de l'étude de ces interactions. Dans le cadre de ROSELT/OSS, il s'agit aussi d'étudier le paysage, à travers les relations ressources, usage, espace, etc. (Figure 4).

Aussi, la méthodologie proposée pour surveiller les changements écologiques et socio-économiques dans les territoires des observatoires ROSELT/OSS consiste à déterminer:

- les espaces sur lesquels les ressources sont produites (Unités Paysagères), en fonction des potentialités de production des écosystèmes ;
- les espaces sur lesquels les hommes appliquent leurs pratiques d'exploitation des ressources (Unités de Pratiques Combinées), en fonction de l'organisation sociale, politique, juridique et économique des sociétés ;
- les espaces sur lesquels les ressources disponibles sont prélevées, selon les modes d'utilisation et de régulation de l'espace et des ressources par les sociétés (Unités Spatiales de Référence).

Figure 4. Système Ressources-Usages-Espace (Approche ROSELT/OSS)



Sources : Loireau et al. (2004) et Loireau (1998)

2. Intégration des dimensions socio économiques et environnementales : niveau de l'approche et des outils

L'intégration des dimensions socio économiques et environnementales au niveau de l'approche et des outils est envisagée d'un point de vue opérationnel comme réponse aux exigences conceptuelles et théoriques de cette intégration. Ce niveau d'intégration est abordé à travers deux principales tentatives, la première est plutôt inhérente à l'approche et concerne le programme Jeffara¹ tandis que la deuxième est inhérente à l'outil et touche au modèle SIEL²

A. Intégration au niveau de l'approche: exemple du projet Jeffara

Le programme Jeffara « La désertification dans la Jeffara tunisienne: pratiques et usages des ressources, techniques de lutte et devenir des populations rurales » (2001-2003), a adopté une approche novatrice qui se veut globale, intégrée, participative et territoriale (Sghaier et Genin, 2003).

Le programme s'est fixé comme objectifs d'évaluer les efforts d'aménagements et de LCD dans la région de la Jeffara et précisément dans le bassin versant de Zeuss-Koutine (pris comme zone d'étude), d'apprécier leur impact ainsi que l'adaptation des populations rurales en termes de réponses aux dynamiques et aux changements environnementaux et socio-économiques, et

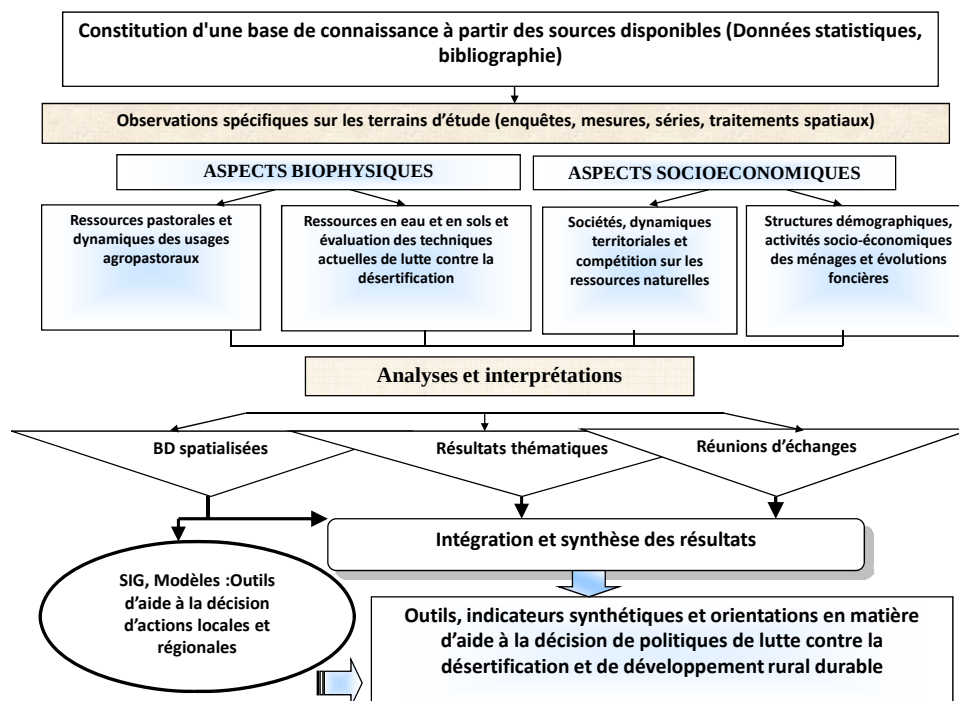
enfin de fournir des outils et des orientations d'aide à la décision pour la mise en œuvre des aménagement et des actions de LCD.

La démarche méthodologique mise en œuvre est multidisciplinaire, (sciences du milieu naturel, agronomie et sciences sociales) et associe des chercheurs et des spécialistes et praticiens du développement. Conjointement aux méthodologies d'analyse développées, l'élaboration d'une base de données et d'un SIG constitue un vecteur essentiel d'intégration des données et de restitution des résultats du collectif de recherche.

Les aspects novateurs du programme touchent à sa démarche s'appuyant sur une convergence de compétences tant sur l'évolution des facteurs écologiques que les facteurs socio-économiques et institutionnels, permettant que les actions de lutte ne soient pas déconnectées du milieu humain auxquelles elles sont destinées et tenter d'éviter ainsi les échecs fréquemment observés. De même, sa méthodologie a permis de relier différentes évolutions, la mise au point d'interfaces, la modélisation et la spatialisation des données de population et écologiques, etc.

Quatre thèmes d'études intégrées suivant l'approche et le dispositif méthodologique sont décrits dans la figure 5.

Figure 5. Intégration au niveau de l'approche : exemple du programme Jeffara



Source : Sghaier et Genin (2003)

L'enseignement majeur du programme est qu'il n'est pas aisé de réussir l'intégration entre les disciplines car elles gardent une certaine inertie vis-à-vis une véritable interdisciplinarité. Cette ambition initiale n'a pas été atteinte lors du processus de mise en œuvre de l'approche.

B. Intégration au niveau de l'outil : exemple du modèle SIEL

L'intégration des dimensions socio économiques et environnementales au niveau de l'outil reste évidemment conditionnée par l'intégration préalable au niveau conceptuel et de l'approche. Justement, le SIEL est un outil qui est basé au plan conceptuel sur le concept ressources/usages/paysage et au plan de l'approche sur la systémique et l'interdisciplinarité. C'est un outil d'intégration et de traitement de l'information sur l'environnement (informations biophysiques et socio-économiques), vers des produits communs d'aide à la décision (Bilans ressources/usages, indices de risque, indicateurs de changement et scénarios prospectifs) (Loireau et al., 2004).

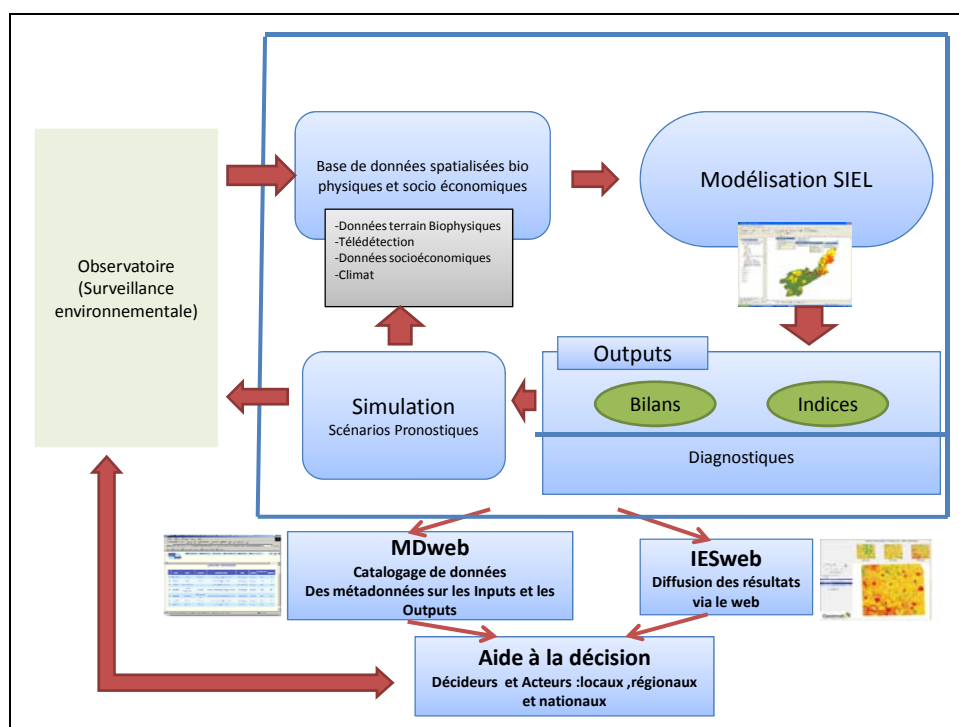
La démarche méthodologique consiste à intégrer les données biophysiques et les données socio-économiques à travers une approche spatiale intégrée. Comme le montre la figure 6, l'intégration est assurée dès la mise en place du diapositif de surveillance environnementale au niveau des observatoires. Les données sont collectées et introduites dans une base de données intégrée (Figure 7) afin de procéder à l'étape de modélisation permettant de calculer les bilans et les indices de risque à la désertification.

L'objectif de ce système est de faciliter la compréhension de l'état des ressources naturelles sur un espace rural à l'échelle locale dans les zones arides et semi-arides. Il s'agit d'établir un diagnostic de la situation à travers des bilans spatialisés ressources/usages, des indices de pression anthropique, de risque de dégradation des terres et de vulnérabilité du milieu.

La principale réponse méthodologique au cœur du modèle environnemental développé consiste à reconstruire artificiellement le territoire de l'observatoire de telle manière qu'il soit découpé en unités spatiales (dites de référence) sur lesquelles, de par leur méthode de construction, il est possible de rapporter, sur une échelle pluriannuelle, les ressources naturelles dont le niveau de production dépend du fonctionnement des systèmes écologiques en place, et les pratiques d'exploitation de ces ressources, différentes selon le fonctionnement et les stratégies des sociétés qui vivent dans cet environnement (Loireau et al., 2007).

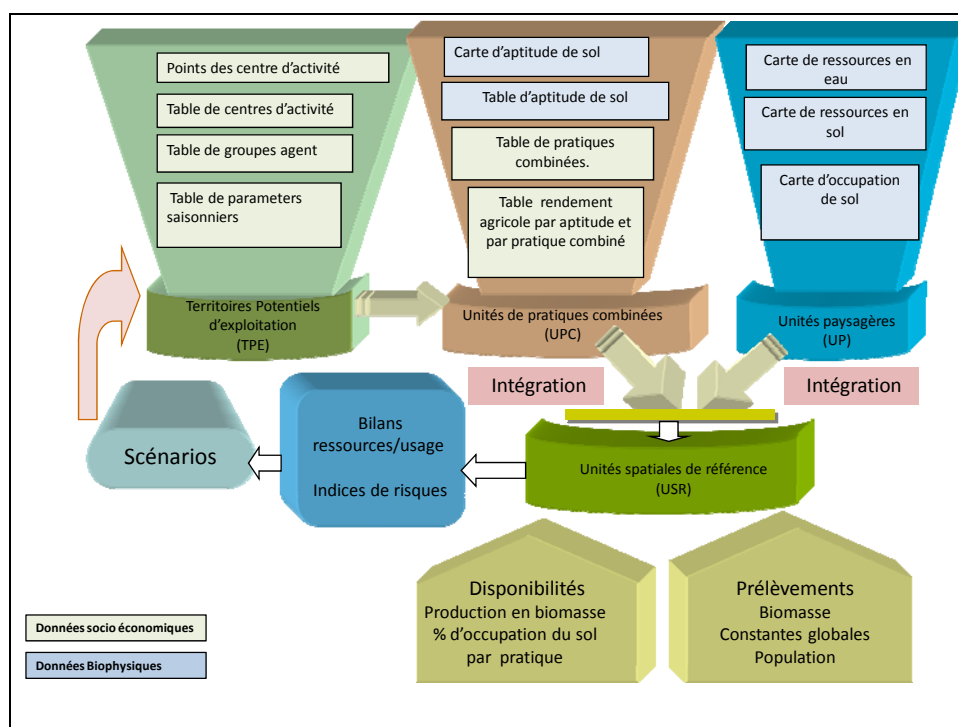
Le modèle SIEL permet également de pronostiquer les changements environnementaux à travers la simulation de scénarios pertinents. Les résultats sont finalement valorisés moyennant des outils associés tel que le MDweb comme outil de catalogage et l'IESweb comme outil de diffusion des informations sur le web. Le système d'aide à la décision est ainsi construit (Figure 6).

Figure 6. Principales fonctionnalités du modèle SIEL



Source : IRA-IRD-OSS (2010)

Figure 7. Intégration des dimensions socio économiques et environnementales via le SIEL



Source : Sghaier et al. (2005)

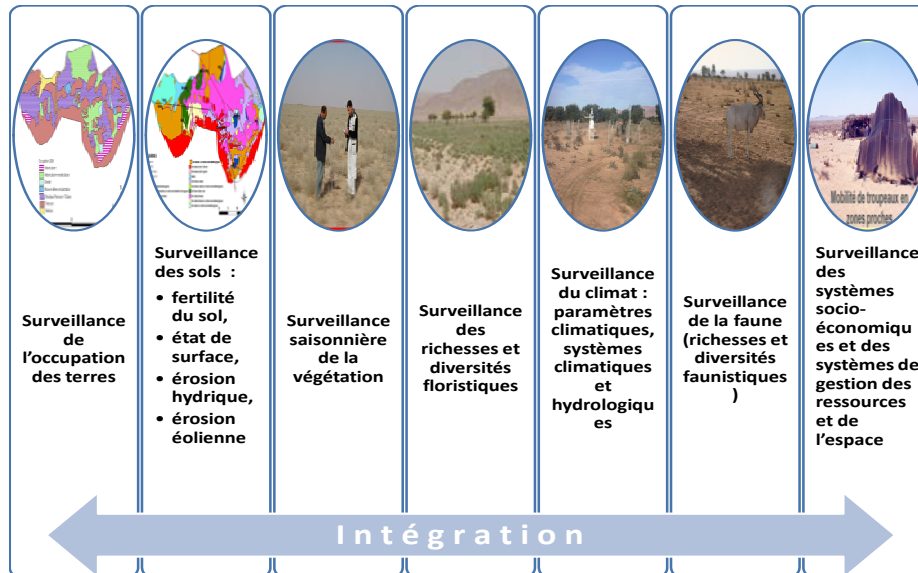
3. Intégration des dimensions socio économiques et environnementales : niveau de la mise en œuvre des dispositifs de surveillance dans les observatoires

Comme mentionné plus haut, les exigences de l'intégration des dimensions socio économiques et environnementales au niveau de la modélisation environnementale se traduisent par un niveau préalable d'intégration au niveau des dispositifs de surveillance environnementale permettant de collecter les informations et les données nécessaires à différentes échelles spatio temporelles. L'exemple du dispositif intégré de surveillance environnementale mis en œuvre dans le cadre du programme ROSELT/OSS en est une illustration fort intéressante.

En effet, ce dispositif permet la récolte du « kit minimum de données » selon une approche interdisciplinaire et selon une méthodologie progressivement harmonisée. L'approche consiste à collecter, selon un pas de temps approprié (annuel ou pluriannuel), un minimum de données à des périodes bien déterminées adaptées au domaine de surveillance, selon une méthodologie ROSELT/OSS harmonisée et compatible avec une interprétation croisée des informations (intégration interdisciplinaire de données dans un Système d'Information sur l'Environnement Localisé, SIEL).

Les activités de surveillance à conduire dans les observatoires selon les pas de temps appropriés sont décrites dans la figure 8.

Figure 8. Dispositif intégré de surveillance environnementale dans les observatoires ROSELT/OSS



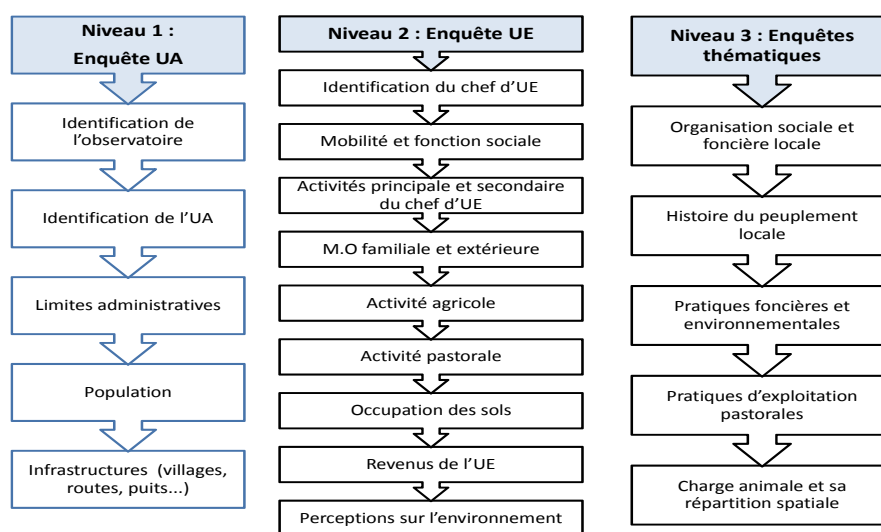
Source : Adapté de Loireau et al., (2005)

En ce qui concerne la surveillance des systèmes socio-économiques, des systèmes de production et des systèmes de gestion des ressources et de l'espace, les aspects suivants sont privilégiés :

- population humaine (inventaire et répartition spatiale),
- cheptel (inventaire et répartition spatiale),
- pratiques d'utilisation de l'espace et des ressources,
- prélèvements (quantification et répartition spatiale).

Cette surveillance est assurée moyennant un dispositif d'enquêtes emboîtées articulé autour de trois niveaux d'investigation comme illustré dans la figure 9.

Figure 9. Dispositif d'enquêtes socio économiques emboîtées dans les observatoires ROSELT/OSS



(UA : Unité Administrative ; UE : Unité d'Exploitation)

Source : Adapté de Loireau et al., (2005)

4. Intégration des dimensions socio économiques et environnementales : niveau de l'accompagnement de la décision

Si la surveillance environnementale se fixe comme finalité prioritaire la compréhension du fonctionnement des systèmes environnementaux et socio économiques dans le territoire concerné par l'observatoire, il n'en reste pas moins qu'elle doit permettre conjointement de répondre à une demande sociale pressante qui consiste à orienter et à accompagner la décision. Les partenaires et les acteurs de la surveillance environnementale sont de plus en plus intéressés par cette mission sociale qui leur est par ailleurs réclamée. Cette mission tire sa légitimité du fait qu'il devient de plus en plus inadmissible de s'arrêter uniquement à l'observation, la collecte des données et à l'analyse des informations. La surveillance environnementale devra fondamentalement jouer un rôle de plus en plus important dans le processus de développement des territoires et des secteurs observés dans une perspective d'accompagnement et d'aide à la décision. Elle offrira ainsi les instruments nécessaires d'appui à la gestion des territoires et aux politiques publiques. Une illustration intéressante est offerte par l'observatoire de Menzel Habib (Tunisie) qui a évolué pour devenir non seulement un lieu de surveillance environnementale axé sur la lutte contre la désertification, mais aussi un exemple à suivre dans le domaine de la dynamique territoriale traduite par la valorisation des acquis de l'observation scientifique accumulée pendant plus de quatre décennies. En effet, un plan d'action de développement local (PAL) et de lutte contre la désertification (LCD) dans la délégation de Menzel Habib a été élaboré (Figure 10).

Son élaboration traduit la volonté des autorités régionales et locales et des acteurs locaux de doter la délégation de Menzel Habib d'un cadre stratégique pour un développement durable de cette délégation du sud-est tunisien longtemps affectée par la désertification. Le processus d'élaboration de ce plan a été initié à la suite d'une demande exprimée par les autorités

régionales auprès du Ministère de l'environnement et du développement durable (MEDD) qui a pour mission de promouvoir les approches de développement durable sur tout le territoire national. La réalisation de PAL est le résultat d'une coopération fructueuse et d'un partenariat multi institutionnel piloté par le MEDD et impliquant le Gouvernorat de Gabès, la Délégation de Menzel Habib ; l'Institut des régions arides (IRA) et la Coopération technique allemande (GTZ).

L'élaboration du PAL de Menzel Habib a tiré profit d'une riche bibliographie portant sur la zone dont une grande partie est le fruit des travaux de recherche scientifique et technique entrepris par les différents laboratoires de recherche de l'IRA depuis une trentaine d'années.

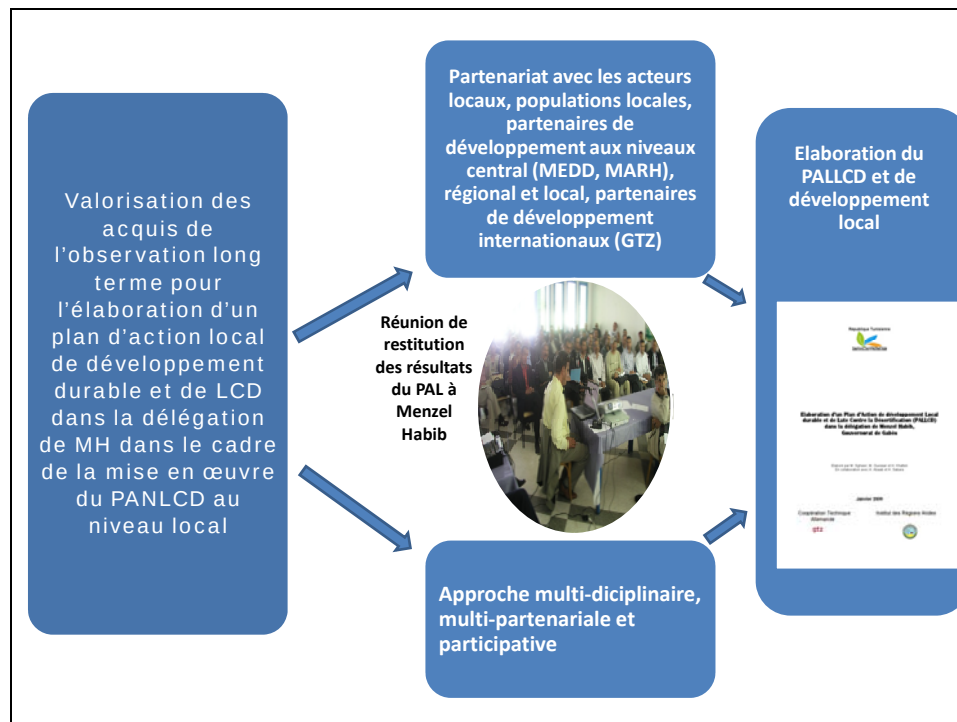
L'appui des services techniques de la région notamment ceux des services techniques a été très utile pour l'équipe en charge de l'élaboration du PAL. En effet, la mise à disposition de la documentation disponible et la participation des techniciens de ces services à de nombreuses réunions de concertation ont permis à l'équipe de prendre connaissance des programmes et projets de développement réalisés et/ou en cours dans la délégation et de mieux définir la problématique et la stratégie pour un développement durable de Menzel Habib.

Deux grands acquis ont été ciblés par le processus d'élaboration du PAL de Menzel Habib. D'une part, initier un processus de planification participatif pour un programme de développement local prenant en considération les principes et les orientations du Plan d'action national de lutte contre la désertification (PANLCD). Il s'agit d'élaborer un cadre stratégique pour la zone s'inscrivant dans une perspective de développement durable.

D'autre part, initier un processus de concertation, de dialogue et de partenariat entre les différents acteurs du développement du secteur public, privé et associatif dont l'implication d'une façon conjointe, pendant tout le processus d'élaboration et de mise en œuvre du PAL, constitue une nécessité pour la réussite du processus. De ce fait, le PAL constitue un instrument de mobilisation et d'harmonisation des initiatives des différents opérateurs concernés par le développement de cette délégation. La validation finale du PALLCD, par les représentants des acteurs locaux et des principaux partenaires régionaux, est effectuée lors d'une réunion de restitution, de concertation et de validation. Enfin l'institutionnalisation du PAL a été assurée à travers la validation par les instances compétentes aux différents niveaux, local (Conseil Local de Développement) et régional (Conseil Régional de Développement de Gabès) (Sghaier et al., 2009).

En fait, le processus d'élaboration du PALLCD de Menzel Habib a permis non seulement de renforcer la concertation, le dialogue et le partenariat avec les acteurs locaux et partenaires de développement mais aussi de consolider la confiance entre eux. Ainsi, ce processus a permis de mieux sensibiliser les acteurs à l'intérêt de la surveillance environnementale comme outil efficace de développement territorial.

Figure 10. Appui à la gestion des territoires et aux politiques publiques de lutte contre la désertification (cas de la surveillance environnementale dans l'observatoire de Menzel Habib, Tunisie)



Source : IRA-IRD-OSS, (2010)

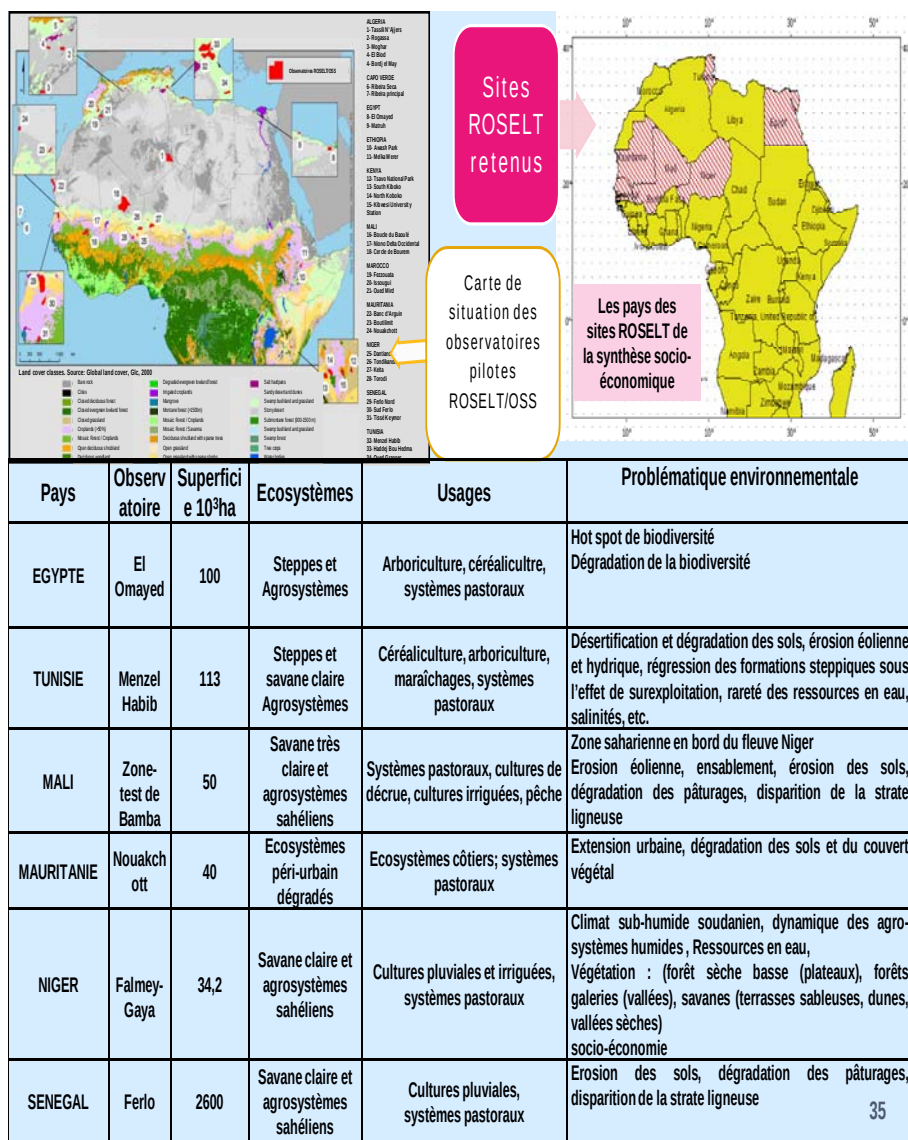
IV – Approche harmonisée d'élaboration des indicateurs socio économiques : synthèse régionale au circum Sahara

Les acquis accumulés par le programme ROSELT/OSS dans le domaine de la surveillance environnementale ont abouti à la mise en place d'une approche harmonisée partagée au sein du réseau régional dans la région circum-Saharienne. Laquelle approche a permis de développer des analyses de l'état et de la dynamique des systèmes écologiques et socio-économiques et de leurs interactions. Elle a également abouti à mettre en place des méthodologies harmonisées de collecte, de traitement et d'analyse des données environnementales et particulièrement socio-économiques (ROSELT/OSS et IRA, 2008).

L'ensemble de ces acquis méthodologiques et opérationnels ont été capitalisés dans le cadre de la mise en place des Dispositifs Nationaux de Surveillance Environnementale (DNSE) qui proposent pour finalité d'offrir les bases d'analyse et de compréhension des tendances environnementales et socioéconomiques actuelles et futures dans une perspective d'aide à la décision et à la planification du développement. L'élaboration de la synthèse régionale socioéconomique en Afrique du nord et de l'ouest (ROSELT/OSS et IRA, 2008) en est une

véritable illustration. Elle est basée sur l'analyse d'un kit minimum d'indicateurs socioéconomiques concertés et sélectionnés par les équipes nationales de coordination des observatoires d'Afrique du Nord et de l'Ouest (Figure 11).

Figure 11. Dispositif de surveillance environnementale harmonisée dans les observatoires locaux du programme ROSELT/OSS



Source : Adapté de ROSELT/OSS et IRA, (2008)

Les principaux critères de sélection de ces indicateurs socio économiques sont explicités dans ce qui suit :

- valorisation de la liste d'indicateurs retenus lors des ateliers régionaux de concertation ROSELT/OSS ;
- disponibilité des indicateurs dans les différents observatoires selon une approche harmonisée de calcul ;
- pertinence et finalité des indicateurs ;
- conformité aux principes et indicateurs du développement durable ;
- existence des données au niveau national.

Six (6) grandes classes d'indicateurs sont retenues :

- i. la population et ses caractéristiques,
- ii. les équipements et les infrastructures,
- iii. l'organisation sociale et les efforts publics entrepris,
- iv. les activités économiques,
- v. les usages des ressources naturelles
- vi. les stratégies d'adaptation.

A titre d'illustration, quatre groupes d'indicateurs sont présentés ici (ROSELT/OSS et IRA, 2008) :

- i. L'indicateur « Taux de croissance démographique » (Figure 12) : Il est calculé au niveau national pour les pays retenus et seulement dans trois observatoires (El Omeied, Egypte ; Ferlo, Sénégal et Menzel Habib, Tunisie). Il montre un croit démographique encore plus accéléré dans les pays du sud que dans les pays du nord. La Tunisie se distingue par le taux le plus faible, traduisant ainsi un changement profond du comportement démographique et se rapprochant rapidement de la situation des pays développés. A l'échelle locale, le taux d'accroissement négatif est assez révélateur d'un dépeuplement du territoire de l'observatoire sous l'effet de l'exode rural.
- ii. L'indicateur « Revenu annuel moyen par habitant en dollars » (Figure 13) : il montre la singularité de pays comme la Tunisie, qui par un revenu moyen nettement plus élevé, se détache du lot des observatoires. Mais en général, le revenu moyen des observatoires reste très faible traduisant ainsi une dépendance persistante aux ressources naturelles et donc une pression encore élevée sur celles-ci, ce qui explique en grande partie la dégradation de l'environnement naturel.
- iii. Le groupe d'indicateurs décrivant l'équipement des ménages dans les observatoires pour l'année 2004 (Figure 14): ce groupe d'indicateurs est disponible pour deux pays (Tunisie et Egypte) et montre un niveau d'équipement plus élevé des ménages en Tunisie.
- iv. Le groupe d'indicateurs portant sur les activités agricoles par observatoire, pour l'année 2004 (Figure 15): il confirme la différence entre les pays du nord dont les observatoires se caractérisent par des taux d'activité agricole plus faibles, ce qui traduit le retrait de l'agriculture au profit des autres secteurs économiques.

Figure 12. Taux de croissance Démographique

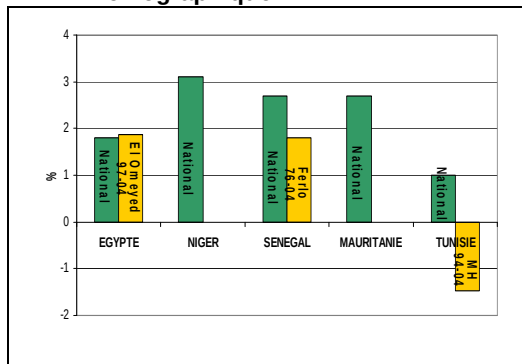


Figure 13. Revenu annuel moyen par habitant en dollars

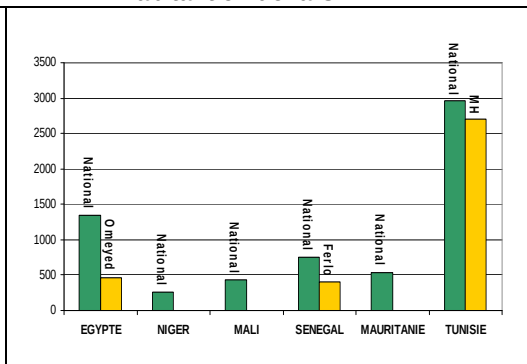


Figure 14. Indicateurs décrivant l'équipement des ménages dans les observatoires de Tunisie et Egypte (2004)

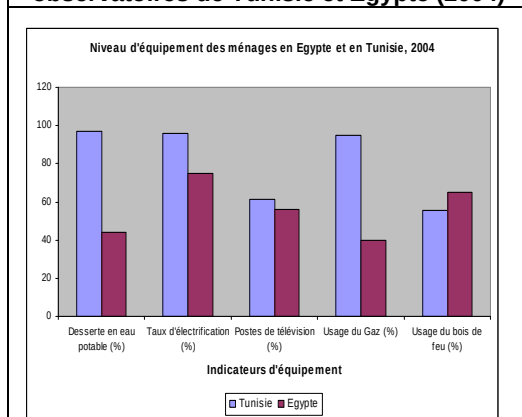
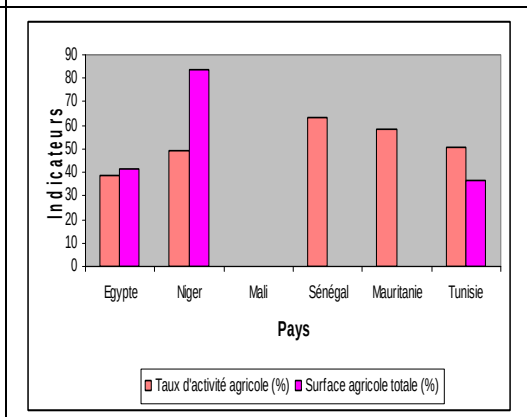


Figure 15. Indicateurs d'activités agricoles par observatoire (2004)



Source des figures 12 à 15 : ROSELT/OSS et IRA (2008)

L'analyse des principaux indicateurs socioéconomiques confirme l'évolution de certaines tendances des mutations environnementales et socioéconomiques en cours et à venir dans la zone circum-Saharienne. Elle donne une dimension nouvelle à la surveillance environnementale, longtemps axée sur l'évolution biophysique du milieu (ROSELT/OSS et IRA, 2008).

La synthèse régionale effectuée a permis de révéler des tendances et des dynamiques parfois similaires et dans plusieurs cas contrastées. Parmi les dynamiques saillantes qui peuvent être observées, au-delà des indicateurs présentés ci-dessus:

- un repli démographique dans certains observatoires : il semble être catalysé par un mouvement migratoire intense du côté des jeunes générations, comme une réponse de la population à l'incapacité des territoires locaux à répondre à de nouveaux besoins en terme d'emplois et en terme de satisfaction du bien être des nouvelles générations ;
- une accentuation de la pluriactivité et de diversification des activités économiques qui est confirmée par l'augmentation de la proportion des ménages qui ont recours à des

activités autres que l'agriculture. En effet, cette stratégie de diversification est une forme de réponse et d'adaptation des populations locales à l'incapacité de plus en plus évidente du secteur agricole à subvenir à la totalité des besoins qui sont d'ailleurs croissants en terme quantitatif et qualitatif.

- une tendance à la régression de la société pastorale et au changement structurel du secteur d'élevage marqué par des transformations des types d'élevage vers moins d'extensivité ;
- plus d'intensification et d'artificialisation du milieu naturel, induites par un accès plus important mais aussi plus exclusif aux ressources en eau et en terre ainsi qu'au transfert technologique ;

En termes d'enseignements et de leçons tirés de cette tentative de synthèse régionale, il ressort que l'approche harmonisée de surveillance environnementale dans des observatoires locaux pourrait être valorisée comme outil pertinent et efficace pour le suivi et l'appréhension de la complexité de la dynamique des systèmes société-environnement. Elle pourra être mise à profit pour développer les capacités des acteurs notamment les chercheurs et les décideurs dans le domaine des pronostics et des analyses des tendances d'évolution des populations rurales et de leur environnement.

Conclusion, pistes de réflexion, enjeux et perspectives

En guise de conclusion, la prise en compte de la dimension socio économique dans la réalité environnementale se présente désormais comme une réponse aux échecs des approches ultra analytiques et mono disciplinaires.

Ainsi, la dimension socio économique est devenue capitale dans un système de surveillance environnementale qui vise à appréhender la réalité dans un territoire donné. D'ailleurs le recours à l'approche globale et systémique a catalysé le développement d'approches intégrées et multidisciplinaires qui s'intéressent de plus en plus aux synergies entre le naturel, le biophysique et l'humain. L'intérêt grandissant pour la socio économie a eu comme conséquence l'intégration de cette dimension dans les systèmes de suivi évaluation et de surveillance environnementale.

Quatre niveaux d'intégration sont privilégiés dans ce travail: niveau conceptuel, niveau de l'approche et des outils, niveau de la mise en œuvre des dispositifs de surveillance dans les observatoires et niveau de l'accompagnement de la décision. Ainsi, la surveillance environnementale devra fondamentalement jouer un rôle de plus en plus important dans le processus de développement des territoires et des secteurs observés dans une perspective d'accompagnement et d'aide à la décision. Elle offrira ainsi les instruments nécessaires d'appui à la gestion des territoires et aux politiques publiques.

Dans cette perspective, la surveillance environnementale devra désormais intégrer les trois composantes de la convention internationale du développement durable à savoir la désertification, le changement climatique et la biodiversité. Il est crucial de tenter de procéder par une approche intégrée où les dimensions sociales et environnementales interagissent.

D'autre part, l'institutionnalisation de la surveillance environnementale en vue de son intégration aux politiques publiques nationales pourrait être une solution, certes ambitieuse, pour répondre à une véritable demande sociale. L'exemple du Dispositif National de Surveillance Environnementale mis en œuvre au Niger pourrait donner l'exemple et permettre d'en tirer des enseignements et des leçons utiles.

L'opérationnalisation de la surveillance environnementale soulève un véritable défi pour que cette dernière devienne un service d'appui à la gestion durable des territoires et aux politiques

publiques de l'environnement et de lutte contre la désertification. Lequel défi pose sérieusement les questions liées aux moyens et aux approches de sa mise en œuvre.

En termes d'enseignements et leçons tirés de la tentative de synthèse régionale basée sur l'approche comparative d'indicateurs pertinents, il ressort que l'approche harmonisée de surveillance environnementale dans des observatoires locaux pourrait être valorisée comme outil pertinent et efficace pour le suivi et l'appréhension de la complexité de la dynamique des systèmes société-environnement. Elle pourra être mise à profit pour développer les capacités des acteurs notamment les chercheurs et les décideurs dans le domaine des pronostics et des analyses des tendances d'évolution des populations rurales et de leur environnement.

Cependant, en dépit des acquis dans le domaine de la surveillance environnementale, les défis et les possibilités d'amélioration sont nombreux. En effet, plusieurs pistes de réflexion se présentent comme corollaires à des interrogations légitimes dont les plus intéressantes suivent :

- Les tentatives d'intégration socio environnementales, sont-elles satisfaisantes du point de vue scientifique et opérationnel?
- Les acteurs de développement sont-ils totalement satisfaits, quelles sont leurs attentes, leurs besoins et leurs degrés d'engagement et d'implication dans un dispositif de surveillance environnementale?
- L'objectif d'élaboration d'approches et d'outils performants et efficaces à l'égard d'un large public, ressort-il du domaine de la science fiction, ou bien du domaine du possible ? Traduirait-il une ambition trop élevée?
- Les efforts et les ressources mobilisées en termes de surveillance environnementale, sont-ils suffisants et sont-ils suffisamment coordonnés?
- Quels impacts en terme d'actions, quels acquis, quelles formes d'organisation, quelles approches innovantes?

En termes de perspectives, il est important de focaliser l'effort non seulement sur les questions et les limites qui se sont apparues jusqu'à maintenant, mais aussi de chercher de nouvelles ouvertures sur des approches innovantes de surveillance environnementale qui réduisent le risque d'aboutir à des outils complexes difficilement interprétables par les non spécialistes et insuffisamment valorisables par les acteurs de développement et les décideurs.

Références

Brossier J. 1987. Système et système de production. Note sur ces concepts. *Cahiers de Sciences Humaines*, vol. 23, n. 3-4. p. 377-390.

Collectif DYPEN II. 2000. *Observatoires des relations populations environnement en milieu rural tunisien : pour une gestion durable des ressources naturelles DYPENII. Rapport scientifique Tome II* [en ligne]. Médenine : Institut des Régions Arides de Médenine. 492 p + 24 cartes. [consulté en février 2012].
http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/doc34-07/010024155.pdf

IRA-IRD-OSS. 2010. *Modélisation environnementale et logiciel pour l'évaluation actuelle et future du risque de dégradation des terres SIEL : Système d'Information sur l'Environnement à l'Echelle Locale. Partie II.* Poster. 5. International Congress Geotunis, 29/11-03/12/2010, Tunis (Tunisie).

Loireau M. 1998. *Espaces-Ressources-Usages : spatialisation des interactions dynamiques entre les systèmes sociaux et les systèmes écologiques au Sahel nigérien* [en ligne]. Thèse Dr. de Géographie : Université Paul Valéry, Montpellier III. 411 p. [consulté en février 2012].

http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers4/010018607.pdf

Loireau M., Sghaier M., Ba M., Barriere C. 2004. *Concepts et méthodes du SIEL-ROSEL T/OSS : Système d'Information sur l'Environnement à l'échelle locale* [en ligne]. Montpellier : ROSEL T/OSS. 74 p. (Collection ROSEL T/OSS, Document Scientifique, n. 3). [consulté en février 2012].
<http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010036819>

Loireau M., Sghaier M., Ba M., Barrière C., Barrière Olivier (collab.), Delaître E. (collab.), D'Herbès Jean-Marc (collab.), Hadeid M. (collab.), Hammoudou M. (collab.), Ikowicz A. (collab.), Leibovici D. (collab.), Pédurthe S. (collab.). 2005. *Guide ROSEL T/OSS pour l'évaluation et le suivi des pratiques d'exploitation des ressources naturelles* [en ligne]. Montpellier : ROSEL T/OSS. 133 p. (Collection ROSEL T/OSS, Contribution Technique, n. 2). [consulté en janvier 2012].
http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers10-02/010036812.pdf

Loireau M., Sghaier M., Fetoui M., Ba M., Abdelrazik M., d'Herbès J.-M., Desconnets J.-C., Leibovici D., Debard S., Delaître E. 2007. Système d'Information sur l'Environnement à l'échelle locale (SIEL) pour évaluer le risque de désertification : situations comparées circum-sahariennes (réseau ROSEL T) [en ligne]. *Sécheresse*, 01/10/2007, vol. 18, n. 4. p 328-335. [consulté en février 2012].
<http://www.jle.com/fr/revues/medecine/mca/e-docs/00/04/39/F6/resume.phtml>

Morvaridi B. 1998. Population dynamics and environmental interactions: the value of integrating household analysis. In : Clarke J., Noin D. (eds.). *Population and environment in arid regions*. Paris : UNESCO. p 331-349. (Man and biosphere series, vol. 19).

Osty P.L. 1978. L'exploitation agricole vue comme un système : diffusion de l'innovation et contribution au développement. *Bulletin Technique d'Information*, 1978, n. 326. p. 43-49.

Picouet M., Sghaier M. 2000. Les relations populations – environnement : l'émergence d'hypothèses alternatives. In : *Population rurale et environnement en contexte bioclimatique méditerranéen. Tome I*. Tunis : Secrétariat d'Etat à la Recherche Scientifique et à la Technologie. 9 p. Séminaire International MEDENPOP, Jerba (Tunisie), 25-28/10/2000.

ROSEL T/OSS, IRA. 2008. *Synthèses thématiques ROSEL T : synthèse régionale socioéconomique, Afrique du nord et de l'ouest* [en ligne]. 29 p. [consulté en février 2012]
http://193.95.75.173/roselt/index.php?option=com_jotloader§ion=files&task=download&cid=47_125ae3e0701dba262300854e81de2c1f&Itemid=6&lang=fr

Roux P. 1986. *Economie agricole, Vol 1 : les fondements de l'économie*. Paris : Lavoisier. 354 p. (Série technique et documentation).

Santabine F., Soto G. 2000. Développement d'un système d'indicateurs pour l'analyse des relations entre désertification et population : application à une région aride du Chili. In : *Population rurale et environnement en contexte bioclimatique méditerranéen. Tome I*. Tunis : Secrétariat d'Etat à la Recherche Scientifique et à la Technologie. 13 p. Séminaire International MEDENPOP, Jerba (Tunisie), 25-28/10/2000.

Sghaier M., Sandron F. 2000. L'approche des indicateurs dans l'étude de la relation population-environnement : le programme DYPEN. In : *Population rurale et environnement en contexte bioclimatique méditerranéen. Tome I*. Tunis : Secrétariat d'Etat à la Recherche Scientifique et à la Technologie. 7 p. Séminaire International MEDENPOP, Jerba (Tunisie), 25-28/10/2000.

Sghaier M. (coord.), Genin D. (coord.) 2003. *La désertification dans la Jeffara tunisienne : pratiques et usages des ressources, techniques de lutte et devenir des populations rurales : rapport scientifique de synthèse* [en ligne]. Médénine : IRA. 150 p. [consulté en février 2012]
<http://www.lped.org/IMG/pdf/apport-Synthese-jeffara.pdf>

Sghaier M., Ben Abed M.A., Fétoui M., Bennour L., Jaouad M. 2006. *Système d'Information d'Environnement à l'échelle Locale (SIEL) : cas de l'observatoire de Menzel Habib et installation de MDweb (Tunisie)* [en ligne]. Médénine : IRA. 44 p. [consulté en février 2012]
http://193.95.75.173/roselt/index.php?option=com_jotloader§ion=files&task=download&cid=31_25741a1075614397cd062831bf288951&Itemid=6&lang=en

Sghaier M., Ouessar M., Khatteli H., Abaab A., Sabara H. 2009. *Elaboration d'un Plan d'Action de développement Local durable et de Lutte Contre la Désertification (PALLCD) dans la délégation de M enzel Habib, Gouvernorat de Gabès.* MEDD/GTZ/IRA. 128 p. + annexes.

Tiffen M., Mortimore M. 1992. Environment, population growth and productivity in Kenya. *Development Policy Review*, vol. 10, n. 4, p. 359-387.

Weber JL. 2002. Enjeux économiques et sociaux du développement durable. In Barbault R., Cornet A, Jouzel J., Megie G., Sachs I., Weber J. (eds.). *Quels enjeux? Quelle contribution des scientifiques?* Paris : MAE. n.p. Sommet Mondial du Développement Durable, 2002, Johannesburg (Afrique du Sud).

Notes

¹ Programme : « La désertification dans la Jeffara tunisienne: pratiques et usages des ressources, techniques de lutte et devenir des populations rurales ».

² Système d'Information sur l'Environnement Local

L'observatoire des Zones Humides Méditerranéennes

Un outil de gestion pour les zones humides méditerranéennes

Laurent Chazée

Tour du Valat, France

Résumé.

Pourquoi un Observatoire des zones humides méditerranéennes ?

Progressivement, depuis la signature de la Convention de Ramsar en 1971, 160 pays se sont engagés à protéger et à assurer une utilisation rationnelle de leurs zones humides.

L'Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes (OZHM) est un projet qui remonte à 2004, lors de la sixième réunion du comité MedWet, qui est, depuis 1991, une initiative méditerranéenne de mise en œuvre de la Convention Ramsar. Le secrétariat MedWet, dont le siège est en Grèce, en coordonne les activités dans 27 pays de la Méditerranée.

La raison de cette initiative observatoire venait du constat que malgré les efforts déployés depuis 1971, les zones humides naturelles et semi-naturelles – environ 3% du territoire méditerranéen - continuent toujours à se dégrader ou à disparaître au niveau du bassin méditerranéen. Environ la moitié d'entre-elles ont disparu au cours du siècle dernier. Si les facteurs immédiats sont relativement connus – agriculture, urbanisation, tourisme côtier, infrastructures publiques, industries – ils étaient peu documentés – ou de manière sectorielle et non harmonieuse. Les résultats de suivi restaient peu analysés en termes de connaissance et d'impact sur les écosystèmes, sur la biodiversité et sur le bien être des populations.

Après une phase préparatoire de faisabilité de l'Observatoire entre 2007 et 2008 et sa validation politique par les pays membres de MedWet en novembre 2008, l'observatoire a démarré en 2009 sa phase de mise en œuvre. Le travail est coordonné à partir de la Tour du Valat en France.

Quels sont les points communs entre l'Observatoire du Sahara et du Sahel et l'Observatoire des zones humides Méditerranéennes ?

L'historique, l'objectif et la structure de ces deux observatoires diffèrent. Néanmoins, ils ont au moins cinq points communs.

- Un outil de gestion et de planification
- Recherche de synergies verticales et horizontales
- Lien avec les conventions internationales
- Frange saharienne des pays du sud de la Méditerranée
- Une démarche proactive homme - nature

Les Objectifs et le ciblage de l'Observatoire des zones humides méditerranéennes

L'Observatoire des zones humides méditerranéennes a été conçu, au-delà d'un système informatif, comme un outil de gestion au service des décideurs et des citoyens. Il utilise un cadre logique avec une vision d'impact (écologique et humain), allie les méthodes d'analyse - Driver Pressure State Impact Response (DPSIR) et Moyens d'existence durable (Livelihood), et s'appuie sur la méthode IPA (Impact Pathway analysis) pour améliorer son efficacité et ajuster ses services en fonction des besoins et des attentes. Il fonctionne comme un mécanisme partenarial de suivi-évaluation des zones humides avec les pays membres de l'initiative MedWet. Il assure les liens et les passerelles avec les conventions internationales comme la convention de la Diversité Biologique (CDB), la convention de Ramsar et la convention de Barcelone. Il vise à renforcer les organisations fournissant des données, en leur faisant parvenir ou leur donnant accès à des données harmonisées et consolidées sur l'état et les tendances des zones humides au niveau du bassin méditerranéen. Il pourra aussi faciliter les liens entre les scientifiques et les décideurs pour que le travail ou la façon de les transférer les informations soit pertinent avec les attentes politiques et que les données scientifiques puissent influencer les prises de décision.

L'observatoire a trois objectifs interdépendants:

- Informer à temps et avec qualité sur l'état et les tendances des zones humides méditerranéennes;
- Recenser les menaces qui pèsent sur les zones humides méditerranéennes et identifier les actions pour promouvoir la protection des zones humides, leur utilisation rationnelle et leur restauration.
- Evaluer comment la conservation des zones humides est prise en compte dans le contexte de développement durable en méditerranéen.

Ces objectifs sont renseignés à travers quatre thèmes (biodiversité et intégrité des écosystèmes, facteurs et pressions, intégration environnement et développement et service des écosystèmes) ceux-ci eux même renseignés par une série d'indicateurs. Le premier rapport sur les zones humides méditerranéennes a été élaboré en 2010-2011 et publié en janvier 2012. En dehors de ce premier résultat, une série de produits d'information et de communication est aussi disponible : site web, lettre électronique, dépliants, rapports d'étude.

Les pistes potentielles de synergie entre l'OSS et l'OZHM

Dans la frange saharienne, le défi du développement durable d'aujourd'hui et de demain passe par la gestion rationnelle de l'eau et des ressources du désert et par la capacité des sociétés à adapter leur gestion du territoire. L'OSS et l'OZHM sont deux outils qui permettent d'aider à la décision, et donc à la gestion de ce territoire. Des synergies sont possibles pour renforcer mutuellement leurs actions respectives, comme l'adoption d'un indicateur commun de suivi, le renforcement des coordinations institutionnelles nationales et internationales (conventions) entre les deux réseaux, des présentations communes lors d'événements internationaux, etc.

Mots-clés. RAMSAR – Zones Humides Méditerranéennes – Observatoire – Biodiversité – Indicateurs

Mediterranean Wetlands Observatory: a management tool for Mediterranean Wetlands

Abstract. The need for a Mediterranean Wetlands Observatory

Since 1971, the 160 contracting parties of the Ramsar Convention have progressively committed themselves to protecting and encouraging the wise use of their wetlands.

The idea of a Mediterranean Wetlands Observatory (MWO) was born in 2004, at the sixth meeting of MedWet Committee. MedWet is a regional (Mediterranean) initiative of Ramsar Convention, which has been operating since 1991. MedWet covers 27 Mediterranean countries and its Secretariat coordinates actions from its Headquarters in Greece.

The Observatory was created because despite several conservation actions since 1971, the degradation of natural and semi-natural wetlands – about 3% of Mediterranean territories, has continued. Indeed, about half have completely disappeared in the last century. Although direct pressures: agriculture, urbanization, expansion of tourism in coastal areas, public infrastructure, industry are well known, documented information concerning wetlands located in these countries is lacking, fragmented or not harmonized. Furthermore, monitoring results are poorly analyzed in terms of knowledge and impacts on ecosystems, biodiversity and human well-being.

After a feasibility and preparatory phase (2007-2008), the member countries of MedWet recognized the MWO in November 2008. The implementation phase, coordinated by the Tour du Valat in France, started in 2009.

What are the similarities between the Observatory of Sahara and Sahel and the Mediterranean Wetlands Observatory?

The historical background, objective and structure differ between OSS and MWO. However, they share five features:

- *they are both a management and planning tool;*
- *They both seek horizontal and vertical synergies;*
- *they both aim to develop linkages with international conventions;*
- *They share the Saharan fringe of the southern Mediterranean countries;*
- *They both promote a pro-active approach to people and Nature.*

Objectives and targets of the Mediterranean Wetlands Observatory

The Mediterranean Wetlands Observatory was designed not only as an information system but also as a management tool for decision makers and citizens. It features an impact-based logical framework (ecological and human impacts), incorporates both a conservation analytical method 'Driver – Pressure – State – Impact-Response' (DPS IR) and the development Livelihood method, and also uses Impact Pathway analysis (IPA) to improve its efficiency and to adjust its services, which are based on the changing needs and expectations of targeted users. The MWO is operated in partnership with MedWet member countries for the monitoring and evaluation of wetlands. It creates links and identifies bridges with international conventions such as the Convention of the Biological Diversity (CBD), the Ramsar Convention and the Barcelona Convention. It aims to strengthen the above organizations by providing data, and by sharing or facilitating access to harmonized and consolidated data on the status and trends of wetlands in the Mediterranean region. The MWO will also facilitate linkages between scientists and decision makers with the aim of transferring relevant scientific information to policy makers to ensure that scientific data can effectively influence decision making.

The MWO has three interrelated objectives:

1. To provide quality information on the status and trends of Mediterranean wetlands in a timely manner.
2. To identify threats to Mediterranean wetlands and actions to promote their conservation, wise use, and restoration.
3. To assess the degree to which wetlands are taken into consideration in the context of sustainable development in the Mediterranean.

These objectives focus on four topics (biodiversity and ecosystem integrity, drivers and pressures, integration of the environment in development processes, and ecosystem services). These topics are informed by a series of indicators. The first report on Mediterranean wetlands was prepared in 2010 and 2011 and published in January 2012. In addition to this first regional result, a website, e-letter, leaflets, and study reports are also available.

Potential synergies between OSS and MWO

The ongoing challenge of sustainable development on the Saharan fringe is the wise use of water and resources in desert areas as well as the capacity of local populations to adapt the management of these territories. OSS and MWO are two tools at the disposal of decision makers, including for land-use management. Possible synergies to mutually reinforce their respective actions are the use of a common monitoring indicator, strengthening of institutional coordination at national and international levels (conventions) between the two networks, shared presentations at international events, etc.

Keywords. RAMSAR – Wetlands – Observatory – Biodiversity – Indicators

I – Historique de l'Observatoire des zones humides méditerranéennes

1. La raison de cette initiative

Depuis la signature de la Convention de Ramsar en 1971¹, la majorité des pays s'est engagée à protéger et à assurer une utilisation rationnelle de leurs zones humides, qu'elles soient naturelles (lacs, mare, étang, chott, guelta, sebka, lagunes), semi naturelles (oasis, ancien lac artificiel, etc.) ou artificielles (rizière, retenue collinaire, réservoir de barrage, etc.). Les zones humides sont considérées comme des zones fragiles, riches en biodiversité et en endémisme, et fortement sollicitées par l'homme pour leurs ressources en eau, en terre, en flore et en faune.

L'Observatoire des Zones Humides Méditerranéennes (OZHM) est un projet qui remonte à 2004, lors de la sixième réunion du comité MedWet, qui est, depuis 1991, une initiative méditerranéenne de mise en œuvre de la Convention Ramsar. L'initiative MedWet, dont le siège est en Grèce, couvre 27 pays² de la Méditerranée.

La raison de cette initiative de création de l'Observatoire venait du constat que malgré les efforts déployés depuis 1971, les zones humides naturelles et semi-naturelles – environ 3% du territoire méditerranéen - continuent toujours à se dégrader ou à disparaître au niveau du bassin méditerranéen. Si les facteurs immédiats sont relativement connus – agriculture, urbanisation, tourisme côtier, infrastructures publiques, industries – ils étaient peu documentés – ou de manière sectorielle et non harmonieuse - au niveau des zones humides des différents pays. Les résultats de suivi restaient peu analysés en termes de connaissance et d'impact sur les écosystèmes et sur la biodiversité ainsi qu'en termes de tendance des services et des fonctions de ces écosystèmes. L'Observatoire a été identifié comme l'un des outils pouvant permettre la consolidation et le développement du suivi des zones humides au niveau régional, le partage de la connaissance et la promotion de la protection des zones humides, de leur utilisation rationnelle et de leur restauration.

Quelques repères historiques

En mars 2007, un premier atelier international s'est tenu à la Tour du Valat pour discuter les objectifs, les indicateurs de suivi et les modalités de montage et de fonctionnement de l'Observatoire. De nombreux représentants des organisations internationales, des pays de la Méditerranée et d'ONGs étaient présents.

Le soutien par **MedWet/Com obtenu en octobre 2008**, lors de la 9^{ème} réunion du groupe (COP10 de Ramsar à Changwon, Corée), avec l'aide du Ministère français en charge de l'environnement, assure un portage politique de cet Observatoire. **La Tour du Valat, fondation de recherche scientifique pour la conservation des zones humides a été mandatée par le Comité de MedWet pour initier le montage et l'opérationnalité de l'OZHM.**

Suite à cette décision, **l'atelier international de mars 2009 organisé à la Tour du Valat** avec des représentants des pays méditerranéens et des organisations internationales pour la conservation, a permis le lancement institutionnel des activités de l'observatoire. Il a été décidé de préparer une stratégie de communication. La lettre mensuelle de l'Observatoire a été lancée en mai 2009. De même, une étude des besoins en suivi-évaluation des zones humides a été conduite entre 2009 et 2011 auprès d'un échantillon de 16 pays.

En février 2010, environ 60 participants de 19 pays ont participé au **troisième atelier de l'Observatoire**. Ces représentants sont ceux du Secrétariat de Ramsar, de la Convention de la Diversité Biologique et de MedWet, ainsi que ceux des agences finançant l'observatoire. Les participants ont approuvé la structure, l'organisation et le système de partenariat de l'Observatoire, le développement des indicateurs, le démarrage des activités effectives de suivi et la stratégie de communication. Depuis, l'observatoire a démarré son suivi-évaluation selon un calendrier d'activité approuvé par les participants.

Lors de la dixième réunion de MedWet/Com en mai-juin 2010, les participants ont approuvé la structure de l'Observatoire et le fait que MedWet com fasse office de groupe de conseil de l'OZHM. Le site web de l'Observatoire est crée en langue anglaise, française et arabe. L'année 2011 a été principalement consacrée à l'élaboration du premier rapport sur les zones humides Méditerranéennes. Une synthèse incluant une analyse plus politique et stratégique a été également préparée pour les décideurs. Ces rapports sont diffusés à partir de janvier 2012 et officiellement présentés aux 27 pays de la Méditerranée lors du symposium d'Agadir en février 2012, organisé pour les 21 années de MedWet. En parallèle, l'Observatoire a développé ses partenariats et sa réflexion stratégique sur les indicateurs de suivi.

II – Objectifs et missions de l'Observatoire

1. Objectifs de l'Observatoire

L'Observatoire a trois objectifs interdépendants:

- Informer à temps et avec qualité sur l'état et les tendances des zones humides méditerranéennes ;
- Recenser les menaces qui pèsent sur les zones humides méditerranéennes et identifier les actions pour promouvoir la protection des zones humides, leur utilisation rationnelle et leur restauration.
- Evaluer comment la conservation des zones humides est prise en compte dans le contexte de développement durable en méditerranéen.

Les trois objectifs présentent un emboîtement qui suit cette logique : le premier objectif est lié à la connaissance de l'état et de la tendance des zones humides méditerranéennes. Cet objectif informe donc d'un constat de situation (Etat), conséquence de facteurs et forces internes et externes sur ces zones humides. Le deuxième objectif s'inscrit dans la recherche et l'analyse de ces causes et des forces internes et externes (Facteurs et pressions) qui influencent l'état des zones humides et leurs tendances. Le troisième objectif analyse la place des zones humides méditerranéennes dans le contexte de développement durable, dans ses dimensions politiques, stratégiques et scientifiques (Réponse).

2. Missions de l'Observatoire

L'Observatoire des zones humides méditerranéennes fonctionne comme un mécanisme partenarial de suivi-évaluation des zones humides avec les pays membres de l'initiative MedWet. Il vise à renforcer les organisations fournissant des données, en leur faisant parvenir ou leur donnant accès à des données harmonisées et consolidées sur l'état et les tendances des zones humides au niveau du bassin méditerranéen. Il facilite les liens entre les scientifiques et les décideurs pour que le travail ou la façon de les transférer les informations soit pertinent avec les attentes politiques, ou au contraire que les données scientifiques puissent influencer les prises de décision.

La principale valeur ajoutée que l'Observatoire s'engage à apporter aux scientifiques, aux décideurs et à ses autres utilisateurs potentiels se décline en trois axes :

- Catalyser, centraliser, consolider, accéder à et partager la connaissance sur le statut et les tendances des zones humides méditerranéennes ;
- Sensibiliser les utilisateurs et aider les décideurs dans leurs décisions en faveur de la meilleure conservation, utilisation et gestion des zones humides ;
- Analyser l'état et les tendances des fonctions écologiques, des valeurs et des services des zones humides méditerranéennes dans le contexte du développement durable.

Dans quelques années, quand l'Observatoire aura plus de capacité et d'expérience, ce mandat pourrait être étendu à deux autres axes :

- L'alerte et les leçons précoces pour les décideurs, en liaison avec les engagements inscrits dans les conventions internationales et les changements globaux ;
- L'évaluation des impacts des politiques et des stratégies publiques sur les zones humides méditerranéennes.

3. L'Observatoire : outil de gestion des zones humides méditerranéennes

L'Observatoire des zones humides méditerranéennes est un outil majeur pour évaluer l'état de conservation et l'évolution de ces milieux (Chazee, 2011) sur le long terme et pour générer ou développer une prise de conscience parmi les décideurs quant à la valeur de leur protection. Après son développement entre 2008 et 2010, l'Observatoire est opérationnel depuis mars 2010. Depuis, il travaille sur le suivi de l'état de la biodiversité et des écosystèmes des zones humides méditerranéennes et des forces internes et externes qui agissent sur elles. Ce premier travail, publié en janvier 2012, sera valorisé pendant toute l'année 2012.

Sa liaison directe avec la Convention de Barcelone et la Convention de Ramsar et son portage politique par les pays membres de l'initiative MedWet en assurent sa reconnaissance institutionnelle pour le transfert, incluant la restitution des acquis à l'intérieur de leurs réseaux. La Tour du Valat, à travers l'Unité de Coordination de l'Observatoire, travaille en étroite collaboration avec ses partenaires. Le développement de partenariats constitue une activité importante de l'Unité de coordination.

L'OZHM couvre plus particulièrement les 27 pays membres de l'initiative MedWet. Plus spécifiquement pour chaque thème ou indicateur de suivi, les participants de l'Observatoire ont convenu qu'une couverture plus spécifique sera progressivement définie à l'intérieur de ces pays par bassin versant, par unité administrative, par zone côtière et par région biogéographique.

Enfin, il est important de noter que la langue véhiculaire de transfert est la langue anglaise. Néanmoins, la langue française est régulièrement utilisée pour la France et les pays du Maghreb et des résumés et traductions en langue arabe sont réalisés en raison de la forte proportion de pays Arabe dans le bassin méditerranéen. La langue, élément identitaire des peuples, est un élément important de considération dans le transfert des connaissances et dans la prise en compte de ces connaissances, comme cela a été rappelé lors de la réunion régionale des pays Arabes pour la mise en œuvre de la Convention de Ramsar (Le Caire, 22-25 juin 2009).

4. Les thèmes suivis par l'Observatoire

Le suivi des zones humides se fait à travers le calcul des valeurs des indicateurs qui renseigne l'état et les tendances de cinq thèmes :

A. Biodiversité et intégrité des écosystèmes

Evaluer l'état et les tendances de la biodiversité par l'analyse de trois niveaux interdépendants de biodiversité: espèces, couverture des habitats et diversité génétique avec un objectif final de mesurer les progrès effectués en relation avec les cibles fixées par la Convention de la Diversité Biologique visant à réduire le taux de perte de la biodiversité pour l'an 2010 et au-delà. Déterminer l'état des écosystèmes des zones humides pour le processus abiotique (eau) et biotique ainsi que leurs interactions. Ce travail permettra un cadre conceptuel pour évaluer les impacts des activités humaines sur les systèmes biologiques et sera complémentaire au premier thème.

B. Moteurs et pressions sur les zones humides (Politiques avec impacts sur les zones humides, moteurs et pressions socio-économiques)

Suivre les moteurs et pressions majeurs qui affectent, négativement et positivement l'état de l'environnement des zones humides méditerranéennes. Dans ce thème, les nouvelles politiques, lois et directives et les plans associés seront considérés. Leur réalisation et les

impacts réels sur la gestion de la terre, l'eau et les autres ressources naturelles, en particulier par les activités socio-économiques, seront suivis dans les territoires des zones humides.

C. Intégration de l'environnement dans les processus de développement

Evaluer si et comment la conservation ou la protection des zones humides sont – ou ne sont pas – pris en compte dans les politiques, stratégies et plans de développement au niveau régional, national et local. Les politiques et les directives européennes, la Convention de Barcelone, la Convention de la Diversité Biologique, les Objectifs de développement du Millénaire et d'autres engagements internationaux seront pris en compte dans ce thème.

D. Les services écologiques (approvisionnement, de régulation et culturels)

Suivre et évaluer les services des écosystèmes des zones humides méditerranéennes ainsi que leurs états et leur tendances, de manière à mesurer leur évolution et les conséquences de leur modification sur le bien être des populations.

III – Un Observatoire, pour qui ?

Dans le contexte actuel de gouvernance plus décentralisée et participative du développement et de la conservation dans le bassin méditerranéen, une large gamme d'acteurs influence les décisions de conservation et de développement. Au regard des objectifs de l'Observatoire, très centré sur le partage des connaissances et l'aide à la décision, il est important de maintenir une stratégie de communication et de restitution active, efficace et permanente pour maintenir l'intérêt des utilisateurs ainsi que le maintien de leur participation et contribution aux systèmes de suivi et évaluation. Dans cette optique, les cibles et utilisateurs potentiels de l'OZHM pour le transfert sont identifiés comme suit :

- Gouvernement, élus et autorités locales traitant des affaires liées au développement durable, à la conservation, protection, gestion et utilisation des zones humides;
- Organisations, conventions et protocoles internationaux et régionaux (Convention de la Biodiversité, Objectifs du Millénaire pour le Développement, Convention de Ramsar, Convention de Barcelone, Union européenne, Union Méditerranée, MedWet, Man and Biosphere, etc.) ;
- Partenaires de l'OZHM et fournisseurs de données ;
- ONGs, associations, organisations communautaires, projets et autres organisations actives dans la protection et la gestion des zones humides;
- Universités, instituts, centres de recherche travaillant dans le cadre de la conservation et du développement.
- Le grand public et les medias.

Au sein de cette multitude d'acteurs, deux « cœurs de cible » sont privilégiés :

- Les décideurs (cibles primaires - celles qui sont en charge de faire adopter une opinion, une attitude ou un comportement dans leur pays)
- Les relais d'opinion (cibles secondaires - celles qui peuvent appuyer les précédents dans la transmission de leurs messages au grand public, ils pourraient le mieux influencer les cibles primaires pour les amener à prendre connaissance du message, à réagir dans le sens souhaité et à formuler des demandes – demandes que les décideurs ne pourraient pas ignorer.

- Les médias pour relayer l'information au grand public ;
- Les ONGs internationales et locales qui peuvent relayer les résultats du projet à travers leurs propres actions de communication.

La stratégie de ciblage s'appuie donc sur les besoins et les attentes des utilisateurs, en identifiant quels types de produits et services sont attendus de l'Observatoire. Dans cette perspective, une étude des besoins et des attentes en matière de suivi-évaluation des zones humides a été conduite entre 2009 et 2011 auprès des utilisateurs potentiels de 16 pays de la Méditerranée. L'étude sera actualisée périodiquement (tous les 5 ans) de manière à accompagner les nouveaux besoins et attentes. Il est aussi important que l'Observatoire puisse déterminer les leviers de manière à intéresser les personnes et organisations identifiées comme pouvant potentiellement jouer un rôle important pour la préservation des zones humides et susciter leurs besoins dans ce sens.

IV – Un Observatoire : Comment?

1. Ses principes

De manière à pouvoir conduire un outil efficace et développer une culture d'impact, l'OZHM s'appuie sur une stratégie de fonctionnement durable construite sur l'utilité et la performance de ses produits et de ses services :

A. Utile

Répondre aux intérêts des utilisateurs potentiels de l'Observatoire (fournisseurs de données, décideurs, sociétés civiles, associations, chercheurs, universitaires, etc.) et en particulier ceux impliqués dans la protection et la gestion des zones humides. L'OZHM suscite et accompagne l'évolution de ces intérêts.

- Identification des utilisateurs pour qui le programme, les outils et les projets représentent une plus-value; et identification de leurs besoins et attentes communes et respectives.
- Répondre à leurs besoins, par exemple qui les aident à mieux comprendre et à mieux décider dans le cadre de leurs fonctions et leurs activités, à valoriser leurs actions, leurs connaissances ou savoir faire.
- Répondre aux attentes, par exemple apporter un service supplémentaire, une innovation technologique, une méthode qui pourraient permettre de résoudre une difficulté ou d'améliorer une situation.
- Selon les cas, prévenir, informer ou accompagner les évolutions et les dynamiques de changement dans le cadre des compromis.

B. Performant

- Cohérence et avantage comparatif, dans le cadre logique entre les objectifs, la stratégie, les résultats et le choix des outils et activités de l'OZHM.
- Stratégies et adaptation des stratégies pour maintenir la performance (stratégie de fonctionnement, de participation avec les fournisseurs de données et/ou utilisateurs de données, de produits à délivrer, de communication et de restitution, etc.).
- Capacité de restitution rapide et de qualité des informations auprès des différents utilisateurs.

- Politique efficace de communication en termes de ciblage, de produits, de marketing social et de calendrier de communication.
- Pertinence, efficacité et efficience dans le choix et la réalisation du processus, de la gestion et des outils de l'observatoire.

C. Durable

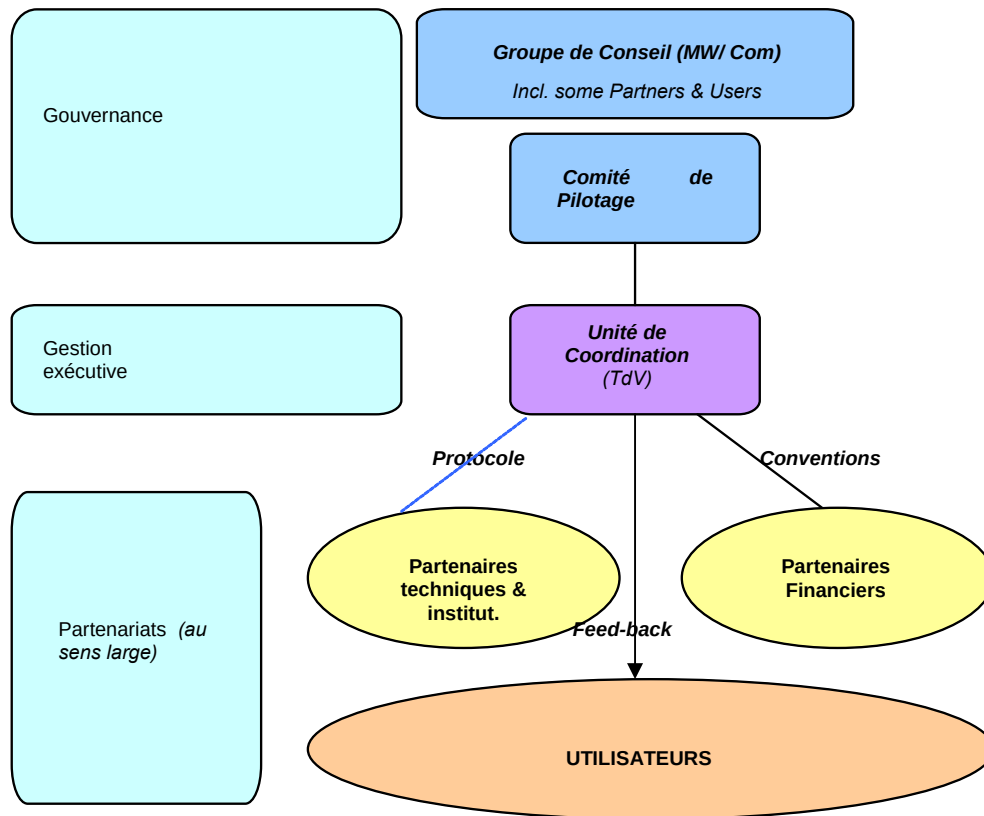
- Viabilité financière de l'observatoire, des outils et des projets par une structure efficiente d'opération et de gestion.
- Durabilité institutionnelle par l'utilisation des réseaux et des compétences existantes.
- Maintien et développement de la qualité du service.
- Continuer à progressivement passer d'une gestion d'actions relativement segmentées par projet et par résultat à une gestion d'un programme bâti sur les impacts attendus et sur lesquels sont conçus et proposés des projets et des résultats complémentaires qui y contribueront.
- Adaptation de l'Observatoire aux environnements écologique, socio-économique, institutionnels, politiques, climatique et sécuritaire touchant les zones humides de la méditerranée.

D. Sa structure (figure 1)

Le Comité des Zones Humides Méditerranéennes (MedWet Com) représente le Groupe de Conseil de l'OZHM. Il comprend certains des partenaires de l'OZHM, tant techniques qu'institutionnels, ainsi que certains des utilisateurs pressentis de l'OZHM, et peut donc être considéré comme représentatif des diverses parties concernées par l'Observatoire, globalement. Le Groupe de Conseil de l'OZHM est responsable de:

- Fournir un pilotage stratégique à l'Unité de Coordination
- Faciliter les contacts entre leurs propres réseaux et l'équipe de projet de l'OZHM
- Diffuser largement les résultats de l'OZHM dans leurs pays et dans leurs réseaux.
- Valider le plan annuel de travail de l'OZHM.
- Assister l'unité de coordination de l'OZHM dans la recherche de financements dans leurs pays et dans leurs réseaux.
- Le Groupe de Conseil de l'OZHM se réunit de facto lors des réunions régulières du MedWet/Com, c'est-à-dire tous les ans et demi.

Figure 1 : Structure institutionnelle de l'Observatoire



Source : MWO, 2009

Un Comité de Pilotage plus restreint, composé de partenaires institutionnels et techniques de l'OZHM, guide l'unité de coordination de l'OZHM quant aux questions quotidiennes, comme le développement ou la réorientation de projets, les partenariats etc. Il agira strictement au sein du pilotage stratégique fourni par le Groupe de Conseil.

Le Comité de Pilotage fonctionnera essentiellement au travers d'e-mail, Skype et autres moyens de communication. Il se réunira une fois par an avec l'unité de coordination de l'OZHM, et si possible à d'autres reprises en profitant d'autres ateliers ou conférences (p.ex. Ramsar, MedWet...).

Chaque membre du Groupe de Conseil, c.-à-d. le MedWet/Com, dispose déjà d'un Point Focal MedWet, et peut soit le confirmer comme Point focal OZHM également, ou nommer un autre représentant pour ce faire. Les autres partenaires de l'OZHM impliqués dans le comité de Pilotage nommeront aussi un point focal.

E. Son cadre logique

L'unité de coordination de l'Observatoire a développé un cadre de suivi-évaluation. Ce cadre vise à construire une vision commune à long terme des suivis sur lesquels une évaluation sera basée (y compris les résultats et les impacts). Il vise aussi à assurer une cohérence entre l'objectif global de l'exercice et les stratégies, les étapes, les thèmes et les indicateurs pour définir et mettre en œuvre le processus.

Le cadre de suivi-évaluation a d'abord été développé et complété en 2009, sur la base des leçons apprises au travers de 20 ans d'expérience de suivi-évaluation dans le contexte du développement:

- Le manque d'un cadre clair reliant les indicateurs de suivi avec les objectifs du suivi peut conduire à des intérêts divergents dans l'évaluation, sur la base de visions sectorielles segmentées;
- Un suivi basé sur les résultats seuls ne permet pas d'évaluer les impacts réels;
- Un suivi basé sur les résultats ou sectoriel peut entretenir la segmentation, l'écoute sélective, et des intérêts qui n'aident pas beaucoup dans l'intégration des savoirs et dans une prise éclairée de décisions;
- Une intégration verticale et horizontale insuffisante du suivi ne fournit qu'une vue sectorielle, qui n'est pas adéquate dans le contexte du développement durable et de la conservation.
- Une corrélation inexistante ou insuffisante avec les questions transversales peut conduire à sous-estimer des forces extérieures importantes pouvant expliquer des relations cause-effet ;
- Un suivi sectoriel ne permet pas en lui-même d'insérer ce secteur dans les agendas développement-conservation.

Le cadre de suivi-évaluation (figure 2) est un outil de gestion utile pour mesurer les états, les tendances et les changements, pour juger de l'état de pertinence et de corrélation entre les activités, les résultats, les effets, les impacts et les objectifs. Aujourd'hui, dans le contexte de suivi-évaluation, le cadre n'est plus seulement considéré comme un système de contrôle et d'information, mais comme outil de gestion aidant à améliorer les planifications futures, les décisions, l'intégration et l'efficacité de la mise en œuvre des programmes et des projets.

Figure 2 : Cadre analytique de suivi-évaluation de l'Observatoire

Cadre de suivi-évaluation de l'OZHM avec intégrations verticale et horizontale	
1. Objectifs de l'Observatoire	• Informer à temps et avec qualité sur l'état et les tendances des zones humides méditerranéennes ; • Recenser les menaces qui pèsent sur les zones humides méditerranéennes et identifier les actions pour promouvoir la protection des zones humides, leur utilisation rationnelle et leur restauration. • Evaluer comment la conservation des zones humides est prise en compte dans le contexte de développement durable en méditerranée.
2. Les thèmes de suivi	<u>Renseignant surtout l'objectif 1</u> 1. Composante de la biodiversité et intégrité des écosystèmes (habitat/couverture des terres, espèces et communautés, génétique, régime de l'eau, état chimique, structure spatiale et processus des écosystèmes) <u>Renseignant surtout l'objectif 2</u> 2. Moteurs et pressions sur les zones humides (Politiques avec impacts sur les zones humides, moteurs et pressions socio-économiques) <u>Renseignant surtout l'objectif 3</u> 3. Intégration de l'environnement dans les processus de développement. 4. Les services écologiques (approvisionnement, régulation et culturel).
3. Les indicateurs	Liste des indicateurs associée à chaque thème et objectif.
4. Les échelles de suivi	Principaux niveaux: régional (Méditerranée), national et groupe de pays, sites, comparaison avec les références, conventions, protocoles et engagements internationaux. Niveaux secondaires: bassins versants, rural/urbain, zones écologiques.
5. Les axes transversaux	Démographie, Pauvreté, gouvernance, décentralisation, participation, démocratie, changement climatique, genre, mobilité/migration, énergie, accès à l'innovation, sécurité, partenariat, valeur culturelle, index de développement humain, PIB/habitant, politique, modèles de développement.
6. Les niveaux d'interactions avec principaux secteurs de développement	Accès à l'alimentation, urbanisation incluant la littoralisation, agriculture (culture et élevage), aquaculture, irrigation, eau domestique, infrastructure publique, tourisme, industrie, commerce.

Source : MWO, 2009

F. Les étapes de montage de l'Observatoire

Les étapes de montage de l'Observatoire ont été menées de manière participative avec les pays et les partenaires techniques et institutionnels. Elles ont suivi la logique suivante :

1. Etude préalable de situation et des besoins et demandes en suivi des zones humides au niveau des pays; (quelle est la demande et le besoin ?).
2. La définition des objectifs à moyen et long terme de l'Observatoire, prenant en compte les grands enjeux des zones humides en Méditerranée et les attentes et les besoins des pays.
3. Partir des objectifs à long terme et finir avec le choix des indicateurs (le suivi des indicateurs doit répondre à la demande et au besoin, en particulier pour les décideurs).
4. Elaboration du cadre logique pour s'assurer de l'efficacité du suivi-évaluation par rapport aux objectifs à atteindre. Le cadre est flexible pour s'adapter aux changements divers du bassin méditerranéen;
5. Elaboration d'une stratégie et d'un plan de communication (OZHM, 2009).

Dans le processus de montage de l'Observatoire, une réflexion continue a eu lieu au sein de l'Unité de coordination (Chazee, 2011) pour s'assurer du respect des principes fondateurs de l'Observatoire. Par exemple, le cadre logique adopté permet de faire progresser le système de suivi et d'évaluation des zones humides d'une fonction d'information à un outil de gestion au service des politiques de conservation et de développement durable. Il ne se contente pas de suivre des résultats mais d'orienter l'évaluation pour mesurer les impacts aux niveaux environnemental et humain. Sa crédibilité scientifique reste maintenue grâce au développement d'un partenariat technique large et reconnu. Sa capacité et crédibilité à pouvoir analyser les résultats de suivi dans un contexte Méditerranéen est permis par son partenariat régional avec des acteurs basés depuis longtemps dans la région. L'Observatoire a fait le choix d'un objectif sur les zones humides dans le cadre du développement durable pour limiter le maintien et la tendance de segmentation géographique, institutionnelle, méthodologique et individuel entre les réseaux de la conservation et ceux du développement socio-économique. Enfin, au début du montage, l'unité de coordination s'est souciée de l'efficacité de transfert des résultats par la création d'une plateforme de réflexion science – politique. Concrètement, cela a débouché par exemple sur la décision d'écriture de deux types de rapports : un rapport technique et un pour les décideurs.

V – Où en sommes-nous ?

Depuis sa reconnaissance fin 2008 par les pays membres de l'initiative Medwet, l'observatoire a réalisé les activités principales suivantes :

- Le montage participatif et partenarial de l'observatoire inclus à ce jour 33 partenariats
- L'élaboration du cadre de suivi évaluation des zones humides, y compris les thèmes et indicateurs de suivi.
- Le développement d'indicateurs biodiversité adaptés à la méditerranée (Galewski, Schmale, Devictor, 2010)

- La coordination et la synergie avec les partenaires
- La réalisation d'une étude régionale des besoins en suivi-évaluation des zones humides auprès de 16 pays. (OZHM, 2011)
- L'élaboration d'une stratégie et d'un plan de communication
- L'élaboration et l'opération d'un site web, d'une lettre électronique bimestrielle, d'une carte graphique de l'Observatoire (logo, couleurs, etc.), dépliants, brochures, articles scientifiques, etc. La majorité des produits est déclinée en langues anglaise, française et arabe.
- La recherche et l'obtention de financements de projets
- La réalisation du premier rapport sur l'état et la tendance des zones humides méditerranéennes (état de référence régionale). Un rapport technique complet et une synthèse pour les financeurs (MWO, 2012a et MWO, 2012b) ;
- Les participations et communications dans les événements nationaux et internationaux dans 19 pays, avec différents partenaires (UICN, Ramsar, MedWet, WCMC, OSS, CDB, Wetlands International, etc.)

En moins de trois années de fonctionnement, l'Observatoire a pu délivrer le premier état des lieux des zones humides au niveau de la Méditerranée, ce qui constitue le premier état régional sous la Convention de Ramsar.

VI – Suite à donner en 2012-2013

L'année 2012 sera principalement et stratégiquement consacrée à la valorisation des publications de l'OZHM vingt années après le Sommet de la terre à Rio de Janeiro. Les résultats seront principalement diffusés auprès des décideurs des pays de la Méditerranée et des partenaires de l'OZHM. Un lancement officiel du rapport est prévu à Agadir (Maroc) en février 2012. Le rapport sera aussi présenté lors du Forum mondial de l'Eau (Marseille, mars 2012), à la Conférence des Parties de Ramsar (Roumanie, juillet 2012) et lors du forum mondial de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (Corée du sud, novembre 2012).

Un travail de développement des indicateurs avec les partenaires sera également une priorité pour 2012 et 2013, de manière à améliorer la qualité et la quantité des données et des analyses. Un effort particulier sera porté sur les indicateurs (Beltrame, 2011) relatifs à la qualité de l'eau, les services des écosystèmes et la place des zones humides dans le développement durable.

Enfin, un travail sera lancé pour renforcer la capacité en suivi-évaluation des zones humides dans le sud et l'est de la Méditerranée. Ce renforcement des capacités concernera surtout la société civile, pour les données pour lesquelles les déficiences sont les plus notables : les habitats zones humides, la socio-économie et la stratégie de développement des communautés liées aux zones humides, la qualité de l'eau, les pressions sur les zones humides et les services des écosystèmes.

VII – Les pistes possibles de synergie avec l'OSS

C'est dans cet esprit de partenariat, de synergie et de renforcement mutuel des actions de conservation, tant au niveau territorial qu'institutionnel, que l'OZHM a rapidement pris contact avec l'OSS. Ce contact a été facilité par le CIHEAM/IAMM, partenaire à la fois de l'OSS et de l'OZHM.

La frange saharienne est un écosystème fragile et très sensible aux changements globaux, en particulier climatique et humain. L'eau renouvelable est une ressource rare qui, bien gérée, maintient une biodiversité spécifique et l'habitat de populations qui ont adapté leurs moyens d'existence aux conditions locales. Avec les nouvelles technologies (extraction et transfert d'eau, transport, systèmes d'irrigation, etc.) l'urbanisation et les pratiques agricoles et d'élevage ont évolué. Le défi du développement durable d'aujourd'hui et de demain passe par la gestion rationnelle de l'eau et des ressources du désert et de la capacité d'adaptation de gestion. L'OSS et l'OZHM sont deux outils qui permettent d'aider à la décision, et donc à la gestion de ce territoire. Des synergies sont possibles pour renforcer mutuellement leurs actions respectives, comme l'adoption d'un indicateur commun de suivi, le renforcement des coordinations institutionnelles nationales et internationales (UNCCD, CDB, UNFCCC, OSS, RAMSAR, MAB) entre les deux réseaux ou encore des présentations communes lors d'événements internationaux.

Références

Beltrame C. (2011). *"Indicators for an Observatory of Mediterranean Wetlands"*. Tel Aviv : Tel Aviv University, 31 January.

Beltrame C. (2009). *"Indicators for an Observatory of Mediterranean Wetlands. A review of the existing sets of indicators developed in the main conventions and programs dedicated to biodiversity, wetlands or sustainable development"*. Tour du Valat: Mediterranean Wetlands Observatory. 90 p.

Chazee L. (2011). *« L'élaboration d'un système régional de suivi de l'environnement pour le développement des territoires. Le cas de l'Observatoire des zones humides méditerranéennes »*. 30 p.

Chazee L. (2011). *« L'observatoire des Zones Humides Méditerranéennes : un outil de gestion pour les zones humides méditerranéennes »*. Séminaire OSS/CIHEAM, Tunis (Tunisie), 1-2 juin 2011.

Galewski T., Schmale K. et Devictor V. (2010). *« Une nouvelle génération d'indicateurs pour suivre la biodiversité des zones humides »*. MedBiodiv, Tlemcen (Algérie), 11-13 Octobre 2010. (Com. orale).

MWO. (2012a). *"Mediterranean Wetlands Outlook 2012. Mediterranean Wetlands Observatory's, First technical report"*, 160 p.

MWO. (2012b). *"Mediterranean Wetland Outlook 2012. Mediterranean Wetlands Observatory's, First report synthesis, For decision makers"*. 56 p.

MWO. (2009). *"Review and preliminary analysis of existing conventions, protocols, plans and tools towards and/or impacting on Mediterranean Environment and wetlands"*. Tour du Valat : Mediterranean Wetlands Observatory. 45 p. (Internal report).

OZHM. (2012). *« Enjeux et Perspectives des zones humides méditerranéennes. Arles : Observatoire des zones humides méditerranéennes »*. 128 p. (Rapport technique).

OZHM. (2012). *« Enjeux et Perspectives des zones humides méditerranéennes. Rapport pour les décideurs »*. Arles : Observatoire des zones humides méditerranéennes. 72 p.

OZHM. (2011). *« Analyse de la situation et des besoins en suivi-évaluation des zones humides méditerranéennes » : (mars 2009 – juin 2011) [en ligne]*. Arles : Observatoire des zones humides méditerranéennes. 63 p. [consulté en janvier 2012].

http://www.ramsar.org/pdf/Wetlands-MESurvey2011_FR.pdf

OZHM. (2010). *« Présentation de l'Observatoire des zones humides méditerranéennes » [en ligne]*. Arles : Observatoire des zones humides méditerranéennes. 18 p. [consulté en janvier 2012].

http://en.tourduvalat.org/content/download/14894/146609/version/2/file/Microsoft/Word/Note/resume/Observatoire_8avril/2010.pdf

OZHM. (2009). « *Stratégie de communication et de visibilité de l'Observatoire des zones humides méditerranéennes* ». 12 p.

Mediterranean Wetlands Observatory. [Consulté en janvier 2012]. www.medwetlands-obs.org

Notes

¹ Convention sur les zones humides d'importance internationale, appelée plus communément Convention Ramsar signée en 1971 à Ramsar (Iran). Aujourd'hui, Ramsar (siège en Suisse) regroupe 160 parties contractantes.

² Albanie, Algérie, Bosnie-Herzégovine, Bulgarie, Croatie, Chypre, Egypte, Ex République Yougoslave de Macédoine, France, Grèce, Israël, Italie, Jordanie, Liban, Malte, Monaco, Monténégro, Maroc, Portugal, Serbie, Slovaquie, Espagne, Syrie, Tunisie, Turquie, territoire palestinien.

Deuxième partie

Applications et enjeux scientifiques

Les Transects BIOTA de Surveillance de la Biodiversité en Afrique – Une approche pour un suivi environnemental à grande échelle

Norbert Jürgens*, Zakia Akasbi*, Manfred Finckh*, Jens Oldeland*, Ute Schmiedel*

* Biodiversity, Evolution and Ecology of Plants, Biocentre Klein Flottbek and Botanical Garden, University of Hamburg, Ohnhorststr. 18, 22609 Hamburg, Germany

Résumé. L'initiative internationale et interdisciplinaire de recherche sur la biodiversité BIOTA AFRICA a initié un réseau standardisé de surveillance de la biodiversité selon les gradients climatiques à travers le continent africain. En raison d'un déficit identifié des plans d'échantillonnage adéquats, BIOTA AFRICA a développé et a mis en œuvre des sites standardisés d'observation de la biodiversité qui répondent aux critères suivants (i) assurer la surveillance à long terme de la biodiversité, des forces motrices potentielles, et des indicateurs pertinents avec une résolution spatiale et temporelle adéquate (ii) faciliter la comparabilité des données générées au niveau des différents écosystèmes, (iii) permettre l'intégration de plusieurs disciplines, (iv) permettre le passage à une échelle spatiale supérieure, et (v) être applicable dans une approche réseaux. Les Observatoires standardisés de BIOTA couvrent une surface d'1 km² et ils sont subdivisés en 100 plots d'un hectare chacun, lesquelles sont encore subdivisés en sous-plots standardisés avec des tailles suivant une série géométrique. Une classification hiérarchique des plots d'un hectare assure que toutes les disciplines surveillent conjointement autant de plots que possible. Le plan d'échantillonnage des Observatoires de BIOTA assure des inventaires standardisés répétés et multidisciplinaires de la biodiversité et des conditions environnementales, en plus des possibilités de passage aux échelles spatiales supérieures ou inférieures et l'utilisation de différentes intensités d'échantillonnage. Les Observatoires de BIOTA ont été installés selon les gradients climatiques et paysagers au Maroc, en Afrique de l'Ouest et en Afrique australe. Dans les régions de différents types d'utilisation des terres, plusieurs Observatoires de BIOTA ont été placés à proximité l'un de l'autre pour analyser les effets de la gestion des terres. Dans la région de l'Atlas au Sud du Maroc, où les reliefs sont fortement accidentés, deux Observatoires de BIOTA ont été liés à un transect de 10 sites d'essai avec 35 plots permanents standardisés de 100 m² pour l'observation permanente des populations végétales. Quelques résultats choisis des études de transects en Afrique du Nord et en Afrique australe vont illustrer l'applicabilité de l'approche BIOTA pour la surveillance de la biodiversité sous le changement global.

Mots-clés. Diversité végétale – Changement global – Parcelle d'observation permanente – Schéma d'échantillonnage – Transect.

BIOTA Biodiversity Monitoring Transects in Africa – A framework for large-scale environmental monitoring

Abstract. The international, interdisciplinary biodiversity research initiative BIOTA AFRICA has established a standardized biodiversity monitoring network along climatic gradients across the African continent. In the absence of satisfactory monitoring, BIOTA AFRICA developed and implemented standardized Biodiversity monitoring sites to (i) enable long-term monitoring of biodiversity, the identification of potential driving factors, and appropriate indicators with satisfactory spatial and temporal resolution, (ii) facilitate comparability of data generated by different ecosystems, (iii) allow integration of many disciplines, (iv) allow spatial up-scaling, and (v) be applicable within a network approach. A standard BIOTA Observatory covers an area of 1 km² and is subdivided into 100 1-hectare plots, each of which is subdivided into standardized subplots whose sizes follow a geometric series. Hierarchical ranking of the one-hectare plots ensures that all disciplines can jointly monitor as many plots as possible. The design of the BIOTA Observatory ensures repeated, multidisciplinary standardized biodiversity inventories and its environmental drivers, including options for spatial up- and down scaling and different sampling intensities. BIOTA Observatories have been installed along climatic and landscape gradients in Morocco, West Africa, and southern Africa. In regions

with varying land uses, several BIOTA Observatories are located close to one another to analyze management effects. In the Atlas region in Southern Morocco, with its hilly terrain, two standard BIOTA Observatories are linked in a transect of 10 test sites with 35 standardized 100 m² permanent monitoring plots for individual monitoring of plant populations. Selected results of the transect studies in northern and southern Africa will be used to illustrate the suitability of the BIOTA Framework to monitor biodiversity under global change.

Keywords. Vegetation diversity- Global change- Permanent plot-sampling scheme- Transect.

I – Introduction

La nécessité d'un réseau de recherche et de surveillance de la biodiversité avec une approche standardisée pour mesurer les changements de la biodiversité sous les conditions du changement global a été soulevée depuis longtemps (Pereira et Cooper, 2006 ; Grainger, 2009 ; Jürgens et al., 2011). Une telle approche doit être adéquate pour les différents biomes, permettre le passage à une échelle spatiale supérieure et à la surveillance de long terme ainsi que faciliter les approches interdisciplinaires au niveau d'un réseau régional à global.

Cet article décrit le réseau de surveillance de BIOTA, en se concentrant sur la surveillance des plantes vasculaires. Un aperçu sur les transects de BIOTA en Afrique du Nord et en Afrique australe sera présenté. De plus, on discutera des expériences pratiques des neuf années d'observation permanente de la biodiversité.

II – Objectifs de l'approche de surveillance de BIOTA

Les objectifs principaux de l'initiative de BIOTA AFRICA étaient de fournir des données scientifiquement solides sur la biodiversité, ses forces motrices environnementales et ses changements dans le temps pour les biomes et écosystèmes principaux du continent Africain. Ces données sont d'une nécessité urgente pour la recherche écologique, la planification de la conservation et comme données de vérification pour la validation des modèles et scénarios. Elles sont donc critiques pour le développement des stratégies d'adaptation et de mitigation pour la gestion des ressources sous les conditions de changement climatique global.

L'approche de surveillance des sites au niveau des paysages typiques doit :

- Permettre la surveillance de la biodiversité à long terme, ainsi que l'observation des forces motrices des changements de la biodiversité avec une résolution spatiale et temporelle adéquate.
- Permettre la comparaison des données collectées de différents biomes, écosystèmes et types d'utilisation des terres.

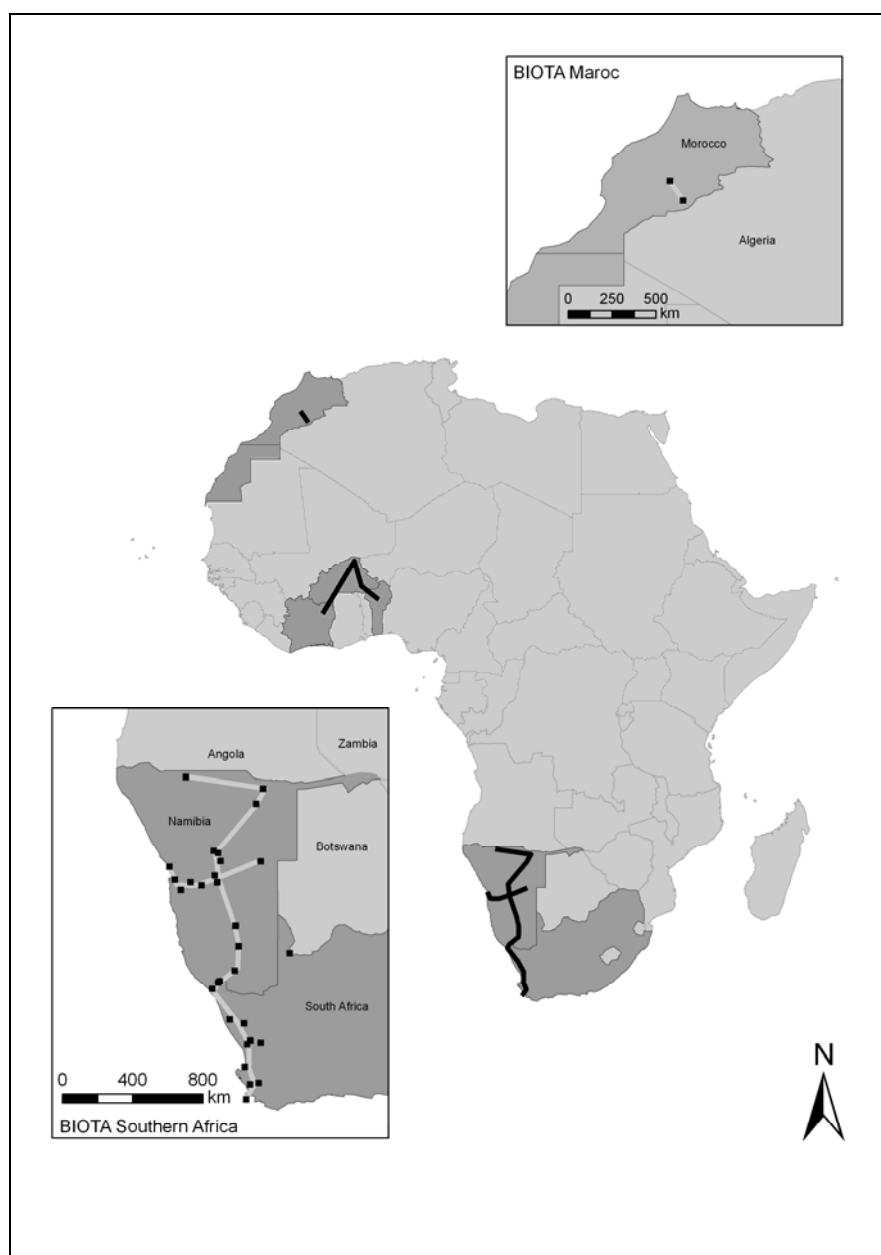
La philosophie de BIOTA AFRICA considère comme important :

- L'implication des parties prenantes locales dans le développement et la mise en œuvre du programme d'observation et ce dans un processus participatif.
- L'intégration des transects de BIOTA dans des réseaux d'observation régionaux et globaux, avec le but d'établir une infrastructure à long terme pour une surveillance continue de la biodiversité.

Les Observatoires de BIOTA qui répondent à ces exigences ont été établis et testés en Afrique du Nord, en Afrique de l'Ouest et en Afrique australe le long des transects transcontinentaux (Jürgens et al., 2011) (Figure 1). Dans les parties suivantes, on va se concentrer sur les transects établis en Afrique du Nord et en Afrique australe. Les transects de BIOTA fournissent des données mesurées in-situ sur les changements de la biodiversité à travers le continent Africain. Les séries chronologiques résultant des données de terrains sont d'une importance

décisive pour vérifier les résultats de la surveillance par télédétection, pendant que cette dernière pourrait aider à extrapoler l'information à une échelle plus large (Duro et al., 2007).

Figure 1 : Carte des transects de BIOTA AFRICA avec les Observatoires de la Biodiversité BIOTA établis en Afrique australe et au Maroc (situation Avril 2010).



Source : BIOTA AFRICA

III – Plan d'échantillonnage des transects de BIOTA AFRICA

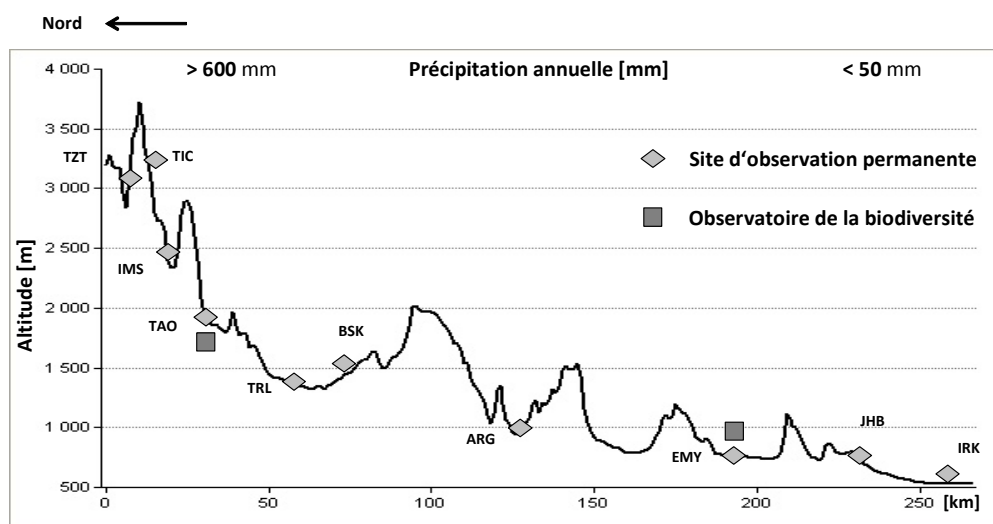
1. Dessin spatial du plan d'échantillonnage

Les transects de BIOTA incluent des Observatoires de Biodiversité d'une superficie d'un km² (1000 m × 1000 m). Chaque km² est divisé en 100 plots d'un hectare (100 m × 100 m). Les plots d'un hectare sont numérotés de 00 à 99 et constituent l'unité d'échantillonnage répétée la plus large dans chaque observatoire.

En général, le nombre de parcelles d'un hectare examiné doit être suffisamment grand pour permettre une description statistiquement robuste de la diversité végétale de l'observatoire. Une procédure de classement attribue à chaque plot d'un hectare un rang de 1 à 100. Pour assurer un échantillonnage aléatoire représentatif, nous avons utilisé un échantillonnage stratifié selon les types d'habitat (pour plus de détails sur la procédure de classement, voir Jürgens et al., 2011).

Le long du transect au sud du Maroc, nous avons établis 10 sites avec un total de 35 plots standardisés d'observation permanente de 100 m² pour le suivi permanent des populations de plantes (Figure 2). Les plots sont divisés en 400 cellules carrées de 0,25 m² chacun. Les plots permanents sont placés par paires le long du transect, avec des répétitions à l'intérieur des stations de mise en défens. Au niveau de plusieurs sites, nous suivons différents types d'habitats, et par conséquent le nombre total de plots permanents par site varie entre 2 et 6.

Figure 2 : Transect BIOTA au sud du Maroc.



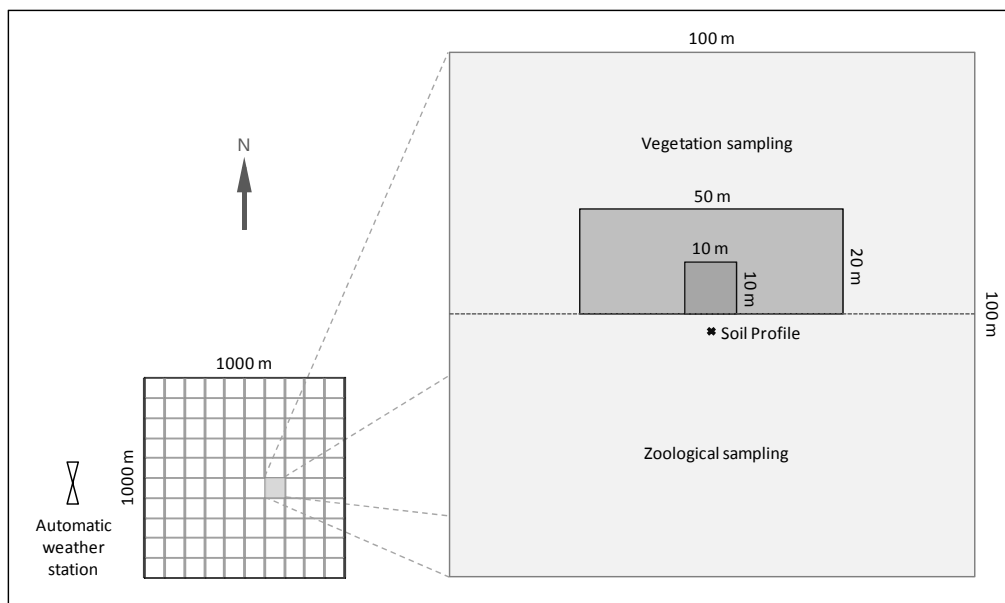
Source : BIOTA AFRICA

2. Échantillonnage des plantes vasculaires

L'observation permanente de la végétation dans les Observatoires de la Biodiversité a été faite sur des séries de trois plots imbriqués, dont les tailles suivent une série géométrique (100 m², 1000 m² et 10000 m²). Les plots au niveau du transect en Afrique australe sont marqués en permanence par des piquets métalliques ou par des aimants enterrés. Au Maroc, les plots ont

été identifiés uniquement par un GPS différentiel. Les plots de 100 m² et de 10000 m² sont de forme carrée alors que les plots de 1000 m² sont rectangulaires 20 m × 50 m (Figure 3). Ces dimensions des plots sont utilisées fréquemment dans les études de végétation et de biodiversité à travers le monde (Strohbach, 2001 ; Stohlgren, 2007). Le type de données collectées diffère entre les différentes tailles des plots d'échantillonnage (voir tableau 1 en annexe). Concernant l'estimation du recouvrement, la végétation a été subdivisée en strates verticales selon les catégories de tailles standards. Le recouvrement total des espèces, ainsi que le recouvrement de chaque strate verticale a été estimé le plus précisément possible en pourcentage.

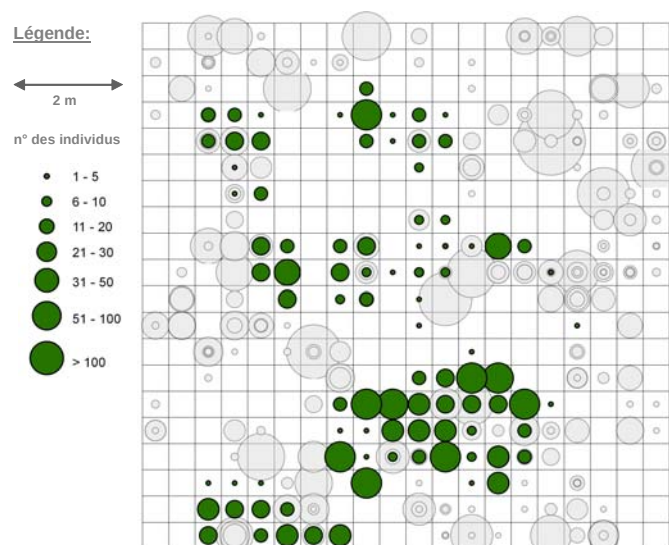
Figure 3 : Schéma des Observatoires de la Biodiversité de BIOTA Africa



Source : BIOTA AFRICA

L'observation permanente des individus des plantes permet l'analyse des dynamiques des populations, et par conséquent de dégager un ensemble très sensible d'indicateurs de changement. Un tel suivi est généralement appliqué dans les plots de 100m² de classement le plus élevé. Les mesures de hauteur, de longueur et de largeur de chaque individu des espèces pérennes existantes ont été prises. La position relative de chaque individu est dessinée sur une carte des plots (Afrique australe) ou enregistrée dans un carroyage de 0,5 m² (Maroc) (Figure 4).

Figure 4 : Exemple d'un plot d'observation permanente de BIOTA Maroc.



La figure montre une parcelle permanente dans la zone oroméditerranéenne. Les cercles gris indiquent les positions et diamètres des plantes arbustives, les cercles verts la quantité de stolons de *Festuca* sp.

Source : BIOTA AFRICA

Au niveau des plots d'observations permanentes au Maroc, tous les individus des espèces pérennes sont comptés une fois par an dans chaque cellule, et leurs dimensions (hauteur, longueur et largeur) sont mesurées, et sont classifiés selon les catégories d'âges (plantules, juvéniles et adultes) et selon la vitalité (vital, dépérissant, mort). Les espèces annuelles (existantes souvent avec des quantités importantes) sont comptées uniquement au niveau de chaque huitième cellule pour réduire la charge du travail.

Toutes les observations de la végétation sont répétées avec des intervalles réguliers (si possible annuellement dans les régions arides et semi-arides).

3. Les données climatiques

Dans les environs de chaque Observatoire de la Biodiversité et de chaque site d'observation, une station météorologique automatique a été installée pour lier les séries des données d'observation de la biodiversité aux conditions météorologiques locales et aux tendances climatiques à long terme. Les paramètres météorologiques mesurés sont les précipitations, la température de l'air, l'humidité relative de l'air, les radiations solaires, la vitesse du vent et sa direction. Les stations climatiques le long du transect marocain sont gérées par le projet GLOWA IMPETUS (Schulz et al., 2010).

4. Échantillonnage d'autres groupes d'organismes et recueil des données concernant des forces motrices environnementales

Au niveau de BIOTA AFRICA, plusieurs autres groupes d'organismes ont été échantillonnés avec des approches standardisées sur presque la totalité des Observatoires de Biodiversité, et avec un plan et une intensité d'échantillonnage adaptés aux exigences des disciplines. Au niveau de BIOTA Afrique australe, par exemple, les inventaires ont compris les lichens sur tous les substrats, les croûtes biologiques des sols avec leurs organismes constitutifs tels que les cyanobactéries, les algues et les champignons. Les coléoptères terricoles, les termites, les fourmis, les papillons et les mites, ainsi que les petits mammifères (Giere et Zeller, 2005) ont été enregistrés selon un protocole d'échantillonnage régulier (Jürgens et al., 2010). Les études de sols ont été réalisées dans une séquence de classement et selon la position prédéfinie au niveau des plots d'un hectare (Petersen et al., 2010.).

La surveillance écologique le long des transects a été complétée par des études sur les facteurs économiques, juridiques, administratifs, sociaux et culturels de l'utilisation locale et régionale des terres (Falk, 2008 ; Pröpper, 2009 ; Vollan, 2009 ; Vollan et al., 2009 ; Freier et al., 2011). Au niveau du BIOTA Afrique australe, des études additionnelles, dans les environs des Observatoires de Biodiversité, complètent les données de surveillance par des approches expérimentales (mises en défens ou bien par des traitements de restauration actifs), pour étudier les processus écologiques influençant les changements observés. Ces études le long des transects se rapportent à des données de référence respectives de la Biodiversité ou des infrastructures des Observatoires de Biodiversité et des sites.

IV – La mise en œuvre des transects de BIOTA en Afrique

Depuis 2001, les Observatoires de Biodiversité et les sites expérimentaux ont été disposés le long de mega-transects qui suivent à grande échelle des gradients environnementaux importants en Afrique tels que les facteurs climatiques (température, précipitations, saison des précipitations) et l'altitude (Figure 1), couvrant ainsi de nombreux types d'écosystèmes. La plupart des observatoires correspondent à la végétation zonale, c'est-à-dire la végétation qui est principalement déterminée par le climat régional et à peine modifiée par le sol et les propriétés géomorphologiques ou par l'influence humaine (Walter et Breckle, 1983). Dans les régions où l'utilisation des terres diffère sensiblement (par exemple sur l'intensité du pâturage), deux ou plusieurs Observatoires de BIOTA ont été placés près les uns des autres afin de couvrir les différents systèmes d'utilisation des terres. Au sud du Maroc, où la variabilité topographique est extrême, nous avons opté principalement pour des sites d'essais avec des petits plots permanents et nous avons installé des observatoires seulement au niveau de deux sites avec des reliefs modérés.

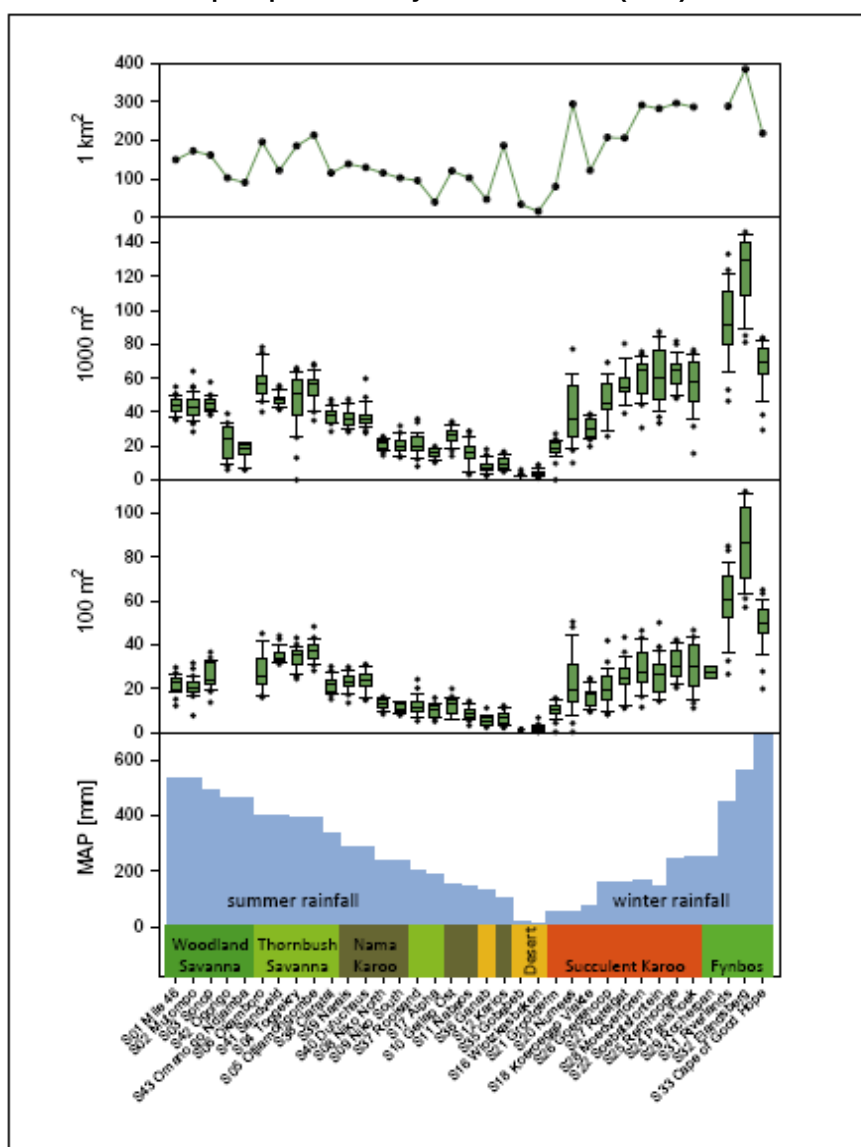
Jusqu'à présent, 46 observatoires BIOTA ont été établis le long des transects et étudiés par des chercheurs provenant de 50 institutions de six pays Africains (Bénin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Maroc, Namibie, Afrique du sud) et de l'Allemagne. Parmi eux, deux appartiennent au BIOTA Maroc (n=2) et 37 appartiennent au BIOTA Afrique australe (n=37)¹. De plus, 35 parcelles permanentes au niveau de 10 sites d'essai ont été établies le long du transect BIOTA Maroc. Toutes les données de surveillance acquises sont stockées au niveau de la BIOTA Data Facility au Biocentre Klein Flottbek, Université de Hambourg, Allemagne (Muche et al., 2010). Pour le stockage des données, nous utilisons BIOTABase, un logiciel conçu pour le stockage et le traitement des analyses de données de long terme et multi-échelle sur la biodiversité (http://www.biota-africa.org/biotabase_ba.php, voir Finckh *et al.*, soumis). Les données sont disponibles sur demande à des fins de recherche scientifique.

V – Exemples d’analyses de patrons spatio-temporels de la diversité au long des transects de BIOTA

1. Les tendances de la biodiversité au long des transects de BIOTA en Afrique

Les sites standardisés et imbriqués, de surveillance à long terme le long du transect BIOTA en Afrique australe permettent l'évaluation de la biodiversité le long des principaux gradients climatiques, couvrant six biomes. La richesse spécifique des plantes vasculaires à différentes échelles spatiales (100 m², 1000 m², et 1 km²) a montré une grande variation le long du transect. La Figure 5 montre que la richesse spécifique augmente avec les précipitations annuelles au niveau de toutes les échelles spatiales alors que la densité des espèces varie considérablement entre les régions à précipitations estivales et les régions à précipitations hivernales. Dans la région à hiver sec en Afrique australe (appelée Succulent Karoo, moins de 200 mm/an), la richesse spécifique à petite échelle (100 m² et 1000 m²) était comparable à celle de la région dont les étés sont beaucoup plus humides (Savanna à buissons épineux, moins de 400 mm/an) et même la dépasse à l'échelle d'1 km².

Figure 5 : Variabilité de la richesse spécifique des plantes vasculaires le long du transect de BIOTA en Afrique australe à trois différentes échelles spatiales et par rapport aux précipitations moyennes annuelles (MAP).

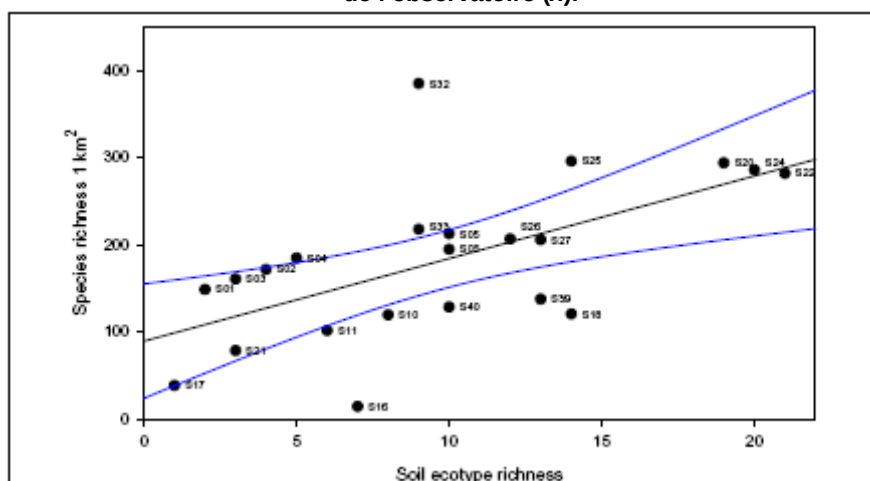


Les valeurs de la richesse spécifique à l'échelle d'1 km² sont celles d'une année choisie avec une bonne qualité d'enregistrement (surtout 2008). Pour les graphiques sur les deux petites échelles spatiales, les valeurs moyennes de richesse des plots d'un hectare sont utilisées (moyenne de toutes les années). Les graphiques illustrent les médianes (lignes), les écarts interquartiles (boîtes), écarts inter-déciles (gonds), et les valeurs extrêmes (points).

Source : BIOTA AFRICA

L'approche de recherche interdisciplinaire au niveau des Observatoires de BIOTA permet l'interprétation des patrons de biodiversité concernant leurs forces motrices biotiques (par exemple les interactions biotiques, l'utilisation des terres), abiotiques (climat, sol) et leurs interdépendances. L'analyse conjointe des données du sol et de la phytodiversité a révélé une corrélation fortement positive entre la richesse spécifique à l'échelle d'1 km² et la richesse d'écotypes de sol (Figure 6, Petersen, 2008 ; Petersen et al., 2010). Cette dernière est basée sur le calcul d'un espace paramétrique qui tient compte des paramètres écologiques du sol les plus importants (la texture du sol, le pH et la conductivité électrique). Les Observatoires de BIOTA avec la richesse spécifique la plus élevée à l'échelle d'1 km² et la richesse d'écotype de sol la plus élevée étaient tous situés aux biomes du Succulent Karoo de la région à hiver sec. Il s'est avéré que l'hétérogénéité du sol à petite échelle (au sein de 1 km²) est l'un des facteurs principaux de la richesse spécifique, exceptionnellement importante dans cette zone très sèche de l'Afrique australe.

Figure 6: Régression linéaire de la richesse spécifique des plantes vasculaires (S) en fonction de la richesse des écotypes du sol (une mesure de la pédodiversité) au niveau de l'observatoire (x).



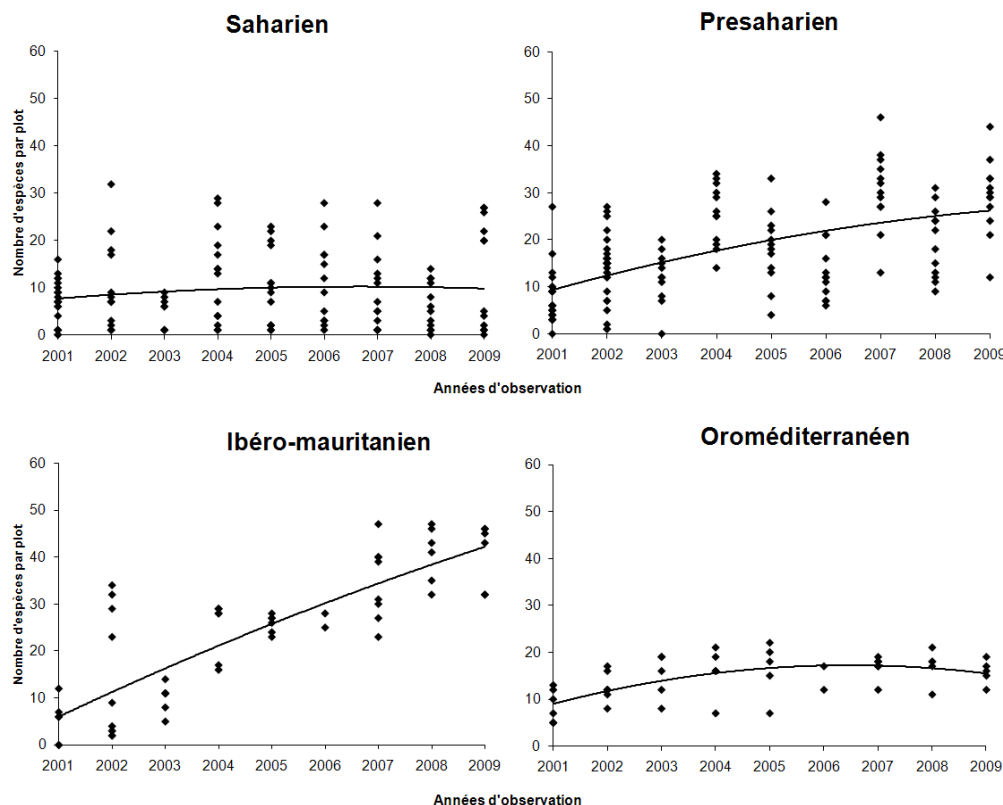
Le graphique montre la courbe de régression avec un intervalle de confiance de 95%. Les points sont marqués par les numéros des Observatoires. La régression linéaire ($S=89.9-9.5x$) était hautement significative ($p=0.003$; $r^2= 0.3616$).

Source : BIOTA AFRICA

Le nombre d'espèces sur les plots permanents de 100 m², le long du transect au sud du Maroc, montre des tendances spécifiques des écosystèmes concernant les densités d'espèces de 2001 au 2009 (figure 7). Les plots ont été groupés selon les cinq principaux types d'habitat de point de vue climatique et édaphique. Les densités d'espèces sur 100 m² fluctuent sur les parcelles sahariennes comme réponse aux précipitations de la saison. Les densités des espèces dans les écosystèmes semi-désertiques présahariens et les steppes ibéro-mauritaniennes ont augmenté progressivement le long de la période d'observation. La densité des espèces des écosystèmes semi-arides Oroméditerranéens a augmenté dans les premières cinq années puis elle est restée constante. L'augmentation progressive des densités des espèces dans les plots allant du Présaharien à l'Ibéro-Mauritanien peut être liée à la séquence des années relativement humides pendant les périodes d'observation qui ont suivi la

sécheresse prononcée à la fin des années 1990. Les écosystèmes semi-arides de haute montagne, dominés par les espèces pérennes et moins touchés par la sécheresse, ont nécessité moins de temps pour retourner à leur composition floristique d'origine.

Figure 7 : Les changements de la richesse spécifique sur les plots permanents le long du transect au sud du Maroc de 2001 à 2009, d'accord aux biomes Saharien (EMY, JHB, EMY), Présaharien (ARG, TRL, BSK), Ibéro-Mauritanien (TAO, IMS) et Oroméditerranéen (TIC, TZT).



Source : BIOTA AFRICA

2. Impact de l'utilisation des terres le long des transects de BIOTA

Le pâturage n'a pas d'effet sur la densité d'espèces contrairement à ce qu'on avait prévu. Pourtant, si on observe les abondances des espèces pérennes le long du transect en 2009 (Figure 8), on trouve des différences importantes après huit ans de mise en défens :

- Sur les sites sahariens de moins de 100 mm de précipitations, nous n'avons pas trouvé de différences significatives dans le nombre d'individus ni dans la composition des espèces végétales pérennes entre les plots pâturés et non pâturés.
- Dans les sites Présahariens et Ibéro-Mauritaniens avec 100 à 300 mm de précipitations annuelles, on a trouvé une augmentation moyenne de 2 à 4 individus

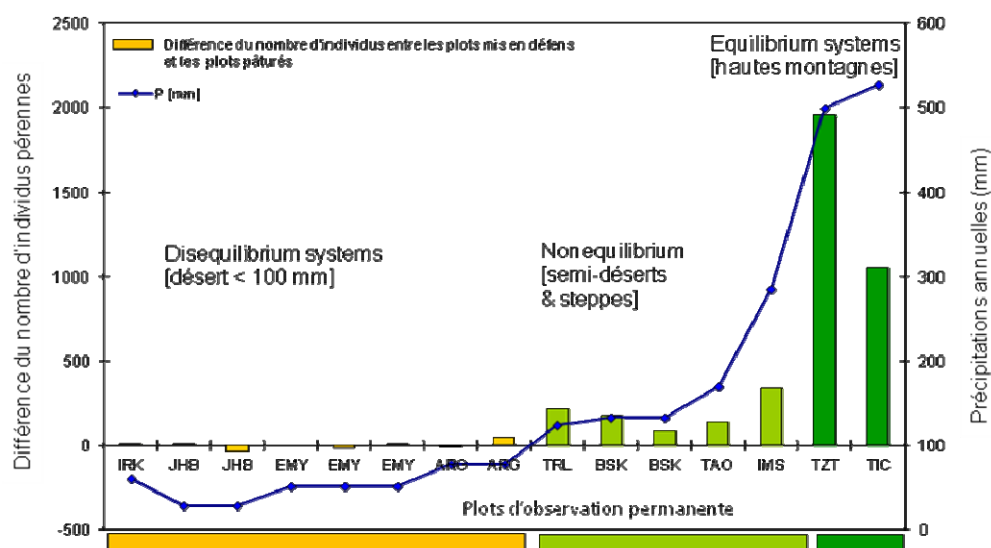
pérennes par mètre carré et des changements importants dans la composition des espèces dans les plots mis en défens (Finckh et Goldbach, 2010).

- Les sites Oroméditerranéens avec plus de 300 mm de précipitations montrent une augmentation importante et continue dans le nombre d'individus et pas de changements floristiques.

Cela signifie que les systèmes arides de déséquilibre (**disequilibrium system**, à moins de 100 mm, voir Gillson et Hoffman, 2007) sont plutôt résilients contre les processus de désertification causés par l'utilisation des terres. Les systèmes arides de non équilibre (**non-equilibrium systems**, à plus de 100 mm) changent en composition floristique, c'est-à-dire en qualité du système, plutôt qu'en termes de productivité et d'abondance des espèces. Ces changements qualitatifs affectent fortement les patrons spatiaux de la végétation.

Les systèmes d'équilibre semi-arides (**equilibrium systems**, à plus de 300 mm) répondent considérablement aux expérimentations de mise en défens. En termes de structures des populations des plantes (plutôt qu'en termes de composition floristique), ils apparaissent fortement dégradés par les intensités de pâturage actuelles. Cependant, 9 années d'observation constituent une période brève pour le suivi de la végétation dans les zones arides et dans les écosystèmes de haute montagne. Ces études des changements floristiques et des populations sont toujours en cours.

Figure 8 : Différence dans le nombre d'individus de plantes pérennes entre les plots mis en défens et les plots pâturés après 8 ans de mise en défens (état en 2009).



Source : BIOTA AFRICA

Les transects de BIOTA AFRICA montrent que la surveillance standardisée, combinée avec les expérimentations de mise en défens aide à étalonner des systèmes naturels et à analyser leurs dynamiques. Un financement continu pour une surveillance de biodiversité à long terme est d'une nécessité urgente pour établir des séries fiables de données d'observation à long terme pour les principaux biomes et types d'habitats en Afrique.

Conclusions et perspectives

Les transects de BIOTA assurent les conditions suivantes pour un réseau de surveillance globale de la biodiversité : (i) ils sont standardisés et en même temps flexibles ; (ii) ils sont conçus pour l'échantillonnage à plus d'une échelle spatiale avec des options de passage aux échelles inférieures ou supérieures; (iii) ils se concentrent sur des séries chronologiques; (iv) ils sont adéquats pour des approches interdisciplinaires ; (v) ils sont applicables dans tous les types de biomes ; et (vi) la grande accessibilité au logiciel BIOTABase facilite le traitement des données des séries chronologiques provenant des plots imbriqués des Observatoires de Biodiversité.

L'applicabilité de l'approche des transects de BIOTA avec des observatoires et des sites expérimentaux a été testée et éprouvée tout au long des neuf années à travers une large gamme de différents biomes sur le continent Africain. De nombreux résultats de cet échantillonnage standardisé sur les Observatoires de Biodiversité en Afrique ont été déjà publiés (Jürgens et al., 2010 ; Finckh et Goldbach, 2010), avec de nombreuses analyses en progrès.

Les transects existants de BIOTA fournissent des informations importantes sur les patrons spatiaux et les changements de la biodiversité au niveau des différentes échelles spatiales – et par conséquent comblent les lacunes critiques en information de base. Les Observatoires de BIOTA en Afrique ont été mis en œuvre et surveillés par une équipe de chercheurs Africains et Allemands. En se basant sur nos expériences, nous encourageons la continuation et l'extension des transects d'observation permanente de BIOTA en Afrique. Un réseau continental d'observatoires standardisés qui fournit des informations empiriques également standardisés et spatialement explicites sur la biodiversité et les changements environnementaux, serait une contribution cruciale pour la recherche sur le changement global afin de développer des stratégies d'adaptation et de mitigation allant d'une échelle locale jusqu'à une échelle globale.

Remerciements. Le développement et la mise en œuvre des transects de BIOTA en Afrique a été financé par le Ministère Fédéral de l'Éducation et de la Recherche d'Allemagne sous les numéros de promotion de 01 LC 0601A (Maroc), et 01 LC 0024, 01 LC 0024A, 01 LC 0624A2 (Afrique australe). Nous remercions les départements provinciaux et nationaux pour la permission d'accès à et de recherche dans des aires protégées et non protégées. Les auteurs expriment leur gratitude à tous les collègues de BIOTA AFRICA dans les différents pays Africain et en Allemagne pour la discussion de l'approche méthodologique et la mise en œuvre des transects de BIOTA.

Références

Duro D., Coops N.C., Wulder M.A., Han T. 2007. Development of a large area biodiversity monitoring system driven by remote sensing. *Progress in Physical Geography*, vol. 31, n. 3, p. 235-260.

Falk T. 2008. *Communal farmers' natural resource use and biodiversity preservation – A new institutional economic analysis from case studies in Namibia and South Africa*. Göttingen : Cuvillier. 280 p.

Finckh M., Goldbach H. 2010. Vegetation dynamics under climate stress and land use pressure in the Draa catchment. In : Speth P., Christoph M., Dieckrüger B. (eds.). *Impacts of global change on the hydrological cycle in West and Northwest Africa*. Berlin : Springer. p. 122-131.

Finckh M., Muche G., Schmiedel U., Jürgens N. Soumis. BIOTABase, a database software for biodiversity monitoring. *Journal of Vegetation Science*.

- Freier K.P., Schneider U.A., Finckh M. 2011.** Dynamic interactions between vegetation and land-use in arid environments: using a Markov process for modeling Moroccan rangelands under climate change. *Agriculture Ecosystems and Environment*, Mars 2011, vol. 140, n. 3-4, p. 462-472.
- Giere P., Zeller U. 2005.** Small mammal diversity and reproduction along a transect in Namibia (BIOTA S 07). In : Huber B.A., Sinclair B.J., Lampe K.-H. (eds.). *African biodiversity: molecules, organisms, ecosystems*. Berlin : Springer. p. 305-313.
- Gillson L., Hoffman M.T. 2007.** Rangeland Ecology in a Changing World. *Science*, 5 janvier 2007, vol. 315, n. 5808, p. 53-54.
- Grainger A. 2009.** Towards a new global forest science. *International Forestry Review*, vol. 11, n. 1, p. 126-133.
- Jürgens N., Schmiedel U., Hoffmann M.T. 2010.** *Biodiversity in southern Africa*. Göttingen & Windhoek : Klaus Hess Publishers. 3 vol.
- Jürgens N., Schmiedel U., Haarmeyer D.H., Dengler J., Finckh M., Goetze D., Gröngroft A., Hahn K., Koulibaly A., Luther-Mosebach J., Muche G., Oldeland J., Petersen A., Porembski S., Rutherford M.C., Schmidt M., Sinsin B., Strohbach B.J., Thiombiano A., Wittig R., Zizka G. 2011.** The BIOTA Biodiversity Observatories in Africa - a standardized framework for large-scale environmental monitoring. *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 184, n. 2, p. 655-678.
- Muche G., Hillmann T., Suwald A., Jürgens N. 2010.** Data access and availability: BIOTA Data Facility. In : Schmiedel U., Jürgens N. (eds.). *Biodiversity in southern Africa Volume 2: Patterns and processes at regional scale*. Göttingen & Windhoek : Klaus Hess Publishers. p. 337-342.
- Pereira H.M., Cooper H.D. 2006.** Towards the global monitoring of biodiversity change. *Trends in Ecology and Evolution*, Mars 2006, vol. 21, n. 3, p. 123-129.
- Petersen A., Gröngroft A., Miehlich G. 2010.** Methods to quantify the pedodiversity of 1 km² areas – results from southern African drylands. *Geoderma*, 15 Mars 2010, vol. 155, n. 3-4, p. 140-146.
- Petersen M. 2008.** *Pedodiversity of southern African drylands*. Thèse de doctorat au Département des Sciences de la Terre : Université de Hambourg. 408 p.
- Pröpper M. 2009.** *Culture and biodiversity in central Kavango, Namibia*. Berlin : Reimer. 456 p.
- Stohlgren T.J. 2007.** *Measuring plant diversity: lessons from the field*. Oxford : Oxford University Press. 390 p.
- Strohbach B.J. 2001.** Vegetation survey of Namibia. *Journal of the Scientific Society of Namibia*, n. 49, p. 1-31.
- Schulz O., Finckh M., Goldbach H. 2010.** Hydro-meteorological measurements in the Drâa catchment. In : Speth P., Chritoph M., Diekkrüger B. (eds.). *Impacts of global change on the hydrological cycle in West and Northwest Africa*. Heidelberg : Springer. p. 122-131.
- Vollan B. 2009.** *Co-operation for common pool resources: an experimental perspective*. München : Verlag Dr. Hut. 231 p.
- Vollan B., Prediger S., Frölich M. 2009.** *The influence of collective property rights on grazing management in a semi-arid region* [en ligne]. Conference on "Agriculture for Development in Sub-Saharan Africa", African Economic Research Consortium (AERC) and CEGA, Berkeley (USA), Mai 2009. 27 p. (CEGA Working Paper Series, n. AfD-0913). [consulté le 10 avril 2010].
<http://www.escholarship.org/uc/item/8j9521t1>
- Walter H., Breckle S.-W. 1983.** *Ökologie der Erde. Band 1: Ökologische Grundlagen in globaler Sicht*. Stuttgart : Fischer. 238 p.

Annexe

Tableau 1. Types des données des plantes vasculaires échantillonnées au niveau des plots de différentes tailles.

Taille des plots	Présence	Recouvrement	Abondance
100 m ²	+	+	+
1 000 m ²	+	+	-
10 000 m ²	+	-	-

+ : sont les données recueillies à cette échelle. - : sont les données non recueilli à cette échelle.

Notes

¹ Pour plus de détails sur l'année de mise en œuvre, la fréquence des répétitions, et l'intensité d'échantillonnage, voir Jürgens et al., 2011

Expériences des peuls Uda'en du Niger dans la gestion des parcours : quelle implication pour les politiques environnementales ?

Idrissa Soumana ^(*), Ali Mahamane ^(*) ^(**), Zakara Gandou ^(*) ^(****), Mamane Sani ^(**), Issoufou Wata Sama ^(***), Jean-Marie Karimou Ambouta ^(*) et Saadou Mahamane ^(*) ^(**)

^{*} Université Abdou Moumouni, Niamey Niger

^{**} Université de Maradi, Maradi, Niger

^{***} Centre National de Surveillance Ecologique et Environnementale (CNSEE), Niamey Niger

^{****} Université de Tahoua Niger.

Résumé. Les expériences des communautés locales dans la gestion et la conservation des ressources naturelles sont peu documentées. Cette étude porte sur la gestion des parcours et la conduite du troupeau chez les Uda'en et questionne la pertinence d'une prise en compte dans les politiques environnementales. Pour réaliser cette étude, plusieurs méthodes ont été utilisées : le suivi des transhumants, des relevés de végétation dans les parcours où nous avons séjourné et des enquêtes ethnobotaniques et ethnographiques. Les résultats de ces travaux révèlent que les Uda'en ont une bonne connaissance des plantes fourragères, continuent d'exploiter efficacement leur milieu et respectent les formes ancestrales d'appropriation des animaux. Ces animaux sont acquis sous forme de dons, de prêts ou d'héritages. Selon les Uda'en, la mobilité permet de disposer de fourrage frais, d'eau et de débouchés pour écouler leurs produits d'élevage, d'entretenir la santé animale, d'échapper aux aléas climatiques, de varier l'alimentation du bétail, de favoriser la régénération des ligneux et la dispersion des plantes. Malgré ses caractères écologiques et socio-économiques apparents, la transhumance reste très liée à la disponibilité des ressources. Il existe un circuit régulier, caractéristique des années de bonne pluviométrie et des circuits d'urgence des périodes de moyenne pluviométrie ou de sécheresse.

Mots-clés. Environnement - Ressources naturelles – ethnobotanique – ethnographique – mobilité - peulhs Uda'en

Experiences of Uda'en Fulanis in rangeland management in Niger: involvement in environment policies

Abstract. Experiences of local communities in the management and conservation of natural resources have rarely been reported. This study concerns traditional management of rangeland and herding practices in Uda'en communities and their usefulness for environmental policies. Several methods were used in this study: the monitoring of transhumants, inventories of rangeland vegetation, and ethnobotanical and ethnographical surveys. The results of these studies revealed that Uda'en have a good knowledge of forage plants, that they continue to use their environment in an effective way and to respect ancestral ways of acquiring cattle. Animals are acquired as gifts, loans or inheritances. According to Uda'en, transhumance ensures access to fresh feed, water, outlets to sell their breeding products, enables them to maintain animal health, to escape climate risks, to vary the food of their cattle consumption, and in addition, help regenerate ligneous vegetation and facilitate the dispersal of other plants. In spite of the ecological and socioeconomic advantages of transhumance, it remains very dependent on the availability of resources. Herds follow a regular circuit in years with good rainfall, and temporary circuits in periods of average rainfall or drought.

Keywords. Environment - Natural resources – Ethnobotanical – Ethnographic – mobility - Uda'en Fulanis

I – Introduction

Durant ces deux dernières décennies, une attention particulière a été accordée aux savoirs des communautés locales, pour qu'ils soient pris en compte dans les politiques environnementales notamment dans les évaluations et la surveillance environnementales ainsi que dans la gestion des ressources naturelles (Usher, 2000 ; Haruyama, 2003). Quoique plusieurs travaux se soient

intéressés aux savoirs locaux, ils restent encore mal connus et leur rôle dans la gouvernance des ressources naturelles est peu documenté (Fernández-Giménez, 1993 ; Olsson et al., 2004 ; Houde, 2007). Pour la Convention sur la Diversité Biologique (UNCDB, 1992) et la littérature existante, les savoirs locaux sont les moyens par lesquels les communautés interagissent avec leur environnement immédiat, expérimentent et prédisent les risques et les catastrophes liés aux changements du milieu. Globalement, ce concept sous-entend les perceptions et les expériences paysannes d'utilisation de la biodiversité dont dépend notre bien être (MA, 2005). La reconnaissance de leur pertinence dans l'amélioration de la connaissance scientifique et les politiques environnementales (Huntington, 2000) et la nécessité de les expliciter pour qu'ils soient bien intégrés dans la gouvernance environnementale se sont accrues dans les contextes actuels de changement climatique et de gestion durable des ressources naturelles.

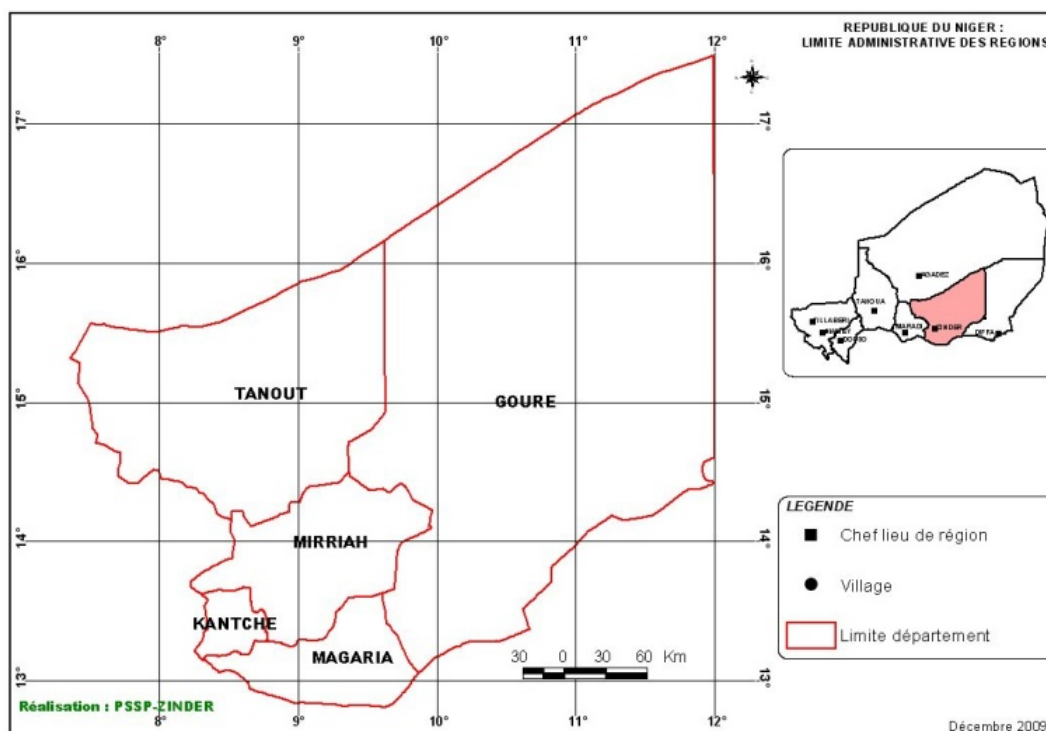
Les savoirs locaux sont variés et intimement liés à des communautés locales. Cette étude aborde spécifiquement la gestion des parcours par les éleveurs *Uda'en*. Cette gestion des parcours basée sur l'expérience propre des éleveurs, faite depuis des siècles et transmise à des générations sans aucune base scientifique, est un savoir et savoir faire local qui les guident dans la gestion du troupeau (Allsopp et al., 2007). Par ailleurs plusieurs travaux font mention des savoirs des éleveurs nomades sur les vertus des plantes (Gradé, 2008 ; Ayantunde et al., 2009), l'évaluation des qualités des parcours (Soumana et al., 2010 ; Soumana, 2011), la gestion des parcours et la conduite des troupeaux (Thébaud, 1994 ; Scoones, 1995 ; Niamir-Fuller, 1995 ; Niamir-Fuller, 1999 ; Vetter, 2004 ; Oba et Kaitira, 2005 ; Soumana, 2011). Ce travail qui s'inscrit dans la lignée des précédents se propose de contribuer à une meilleure compréhension de l'élevage mobile, dont les enjeux sont non seulement l'avenir des services écosystémiques mais aussi la survie de ces communautés.

II – Matériel et méthodes

1. Zone d'étude

La zone d'étude est la région de Zinder, localisée dans le centre Est du Niger (Peyre de Fabrègues, 1965) et domaine phytogéographique sahélien (Trochain, 1970) (Figure 1). Les enquêtes et les relevés de végétation relatifs à cette étude ont été réalisés durant les périodes de juillet à décembre des années 2006, 2007 et 2008. Les conditions écologiques ont été déjà décrites de façon détaillée par Soumana (2011). Le climat de la zone est typiquement tropical sec avec une pluviométrie moyenne annuelle de 100 à 450 mm du Nord au Sud (1950-2000), répartie entre les mois de juin et septembre. Le mois le plus frais est janvier avec une température moyenne mensuelle de 21°C et le plus chaud est mai avec une moyenne de 33°C. Le substrat édaphique est une formation de sable dunaire plus ou moins pénéplanée, caractérisée par un faible pouvoir de rétention en eau. Ces conditions favorisent une végétation de steppe, zone de prédilection des activités pastorales (Hiernaux et Houérou, 2006). Pendant la saison pluvieuse, les éleveurs nomades s'installent dans la partie Nord de la région présentant des vastes aires de parcours. Au cours de la saison sèche, après les récoltes, ils descendent au sud, en zone agricole pour exploiter intensivement les résidus de récolte. Les circuits et les périodes de déplacement des troupeaux dans la région de Zinder sont fonctions des groupes sociaux. Ils traduisent une diversité dans les stratégies de mobilité. Le projet de sécurisation des systèmes pastoraux de la région de Zinder (PSSP, 2009) distingue cinq stratégies de mobilités pour la seule communauté peule, répartie en cinq communautés : les Bornanko'en, les Uda'en, les Wodaabé Yamanko'en, les Wodaabé Bagalawa et les Wodaabé Jijuru Doka. Zinder dispose également d'autres communautés nomades dont les Touaregs, les Arabes, les Toubous et les Haoussas Magouzawa et des communautés sédentaires composées essentiellement de Haoussa et de Mangwa.

Figure 1. Localisation de la zone d'étude



2. Méthode de collecte des données

La méthode a consisté à suivre des éleveurs *Uda'en* dans leur déplacement pendant les périodes précédemment citées, à faire des relevés de végétation dans les parcours où nous avons séjourné ainsi que des enquêtes ethnobotaniques et ethnographiques.

Les peuls *Uda'en* (Udawa ou Zazahu sokotawa en Haoussa pour faire allusion à leur teint clair et leur origine de Sokoto), font du pastoralisme pur, se déplaçant avec toute leur famille et leur troupeau et sont sans territoire d'attache. Les données présentées dans ce travail concernent le groupe peulh de l'Ardo Bandé au sein duquel nous avons séjourné. Ce groupe qui est sous l'autorité de l'Ardo Bandé, compte plus de 200 familles. Chaque famille détient un troupeau mixte composé majoritairement de bovins, d'ovins et de caprins. Mais le zébus *Uda'en* (*naibodedji*) (photo 1), exigeant en fourrage de qualité (surtout frais) et en eau compte tenu de sa taille, est l'animal dominant dans le troupeau avec en moyenne 50 têtes par famille, et des écarts importants entre les grands et les petits propriétaires (enquêtes, communication personnelle). Certaines familles détiennent moins de 10 têtes de zébus.

Photo 1. Zébus *Uda'en* (*naïbodedji*)



Source : Les auteurs

L'acquisition des animaux chez les *Uda'en* se fait de plusieurs manières (tableau 1). Les animaux ne sont pas achetés au marché et sont acquis sous forme d'héritage (*Sanderdji*), de dons (*darnaadji et p udiri*) ou sous forme de prêt (*habbanayé, diladji*) traduisant leurs origines familiales et sociale confirmant l'importance de l'organisation sociale des *Uda'en* (données d'enquête d'un focus groupe). Comme l'origine des animaux, la grande mobilité des *Uda'en* est basée également sur une forte organisation sociale, liée à des alliances entretenues patiemment avec les communautés traversées et surtout avec des acteurs détenant un pouvoir de décision sur l'accès aux ressources naturelles que ce soit au Niger ou à l'étranger (enquêtes, communication personnelle). Ces déplacements sont préparés par l'envoi d'éclaireurs qui ont pour mission de faciliter la prise de décision sur le circuit à suivre en s'assurant de la disponibilité de la ressource en eau et du pâturage et des conditions d'accueil par les communautés sédentaires.

Des enquêtes ont été réalisées sur la perception des entraves à la mobilité, des circuits de déplacement et des raisons qui justifient l'arrêt ou l'exploitation des parcours. 104 éleveurs *Uda'en* d'âges variant de 23 à 75 ans (moyenne d'âge est de 58 ans), ont été interviewés individuellement avec des questionnaires ouverts sur leurs perceptions de la mobilité et des entraves à la mobilité lors du premier séjour entre juillet et décembre 2006. L'échantillon est composé essentiellement de bergers de sexe masculin propriétaires d'au moins quelques têtes d'animaux. Pour ce qui est des circuits de déplacement et des raisons qui justifient l'arrêt et l'exploitation des parcours, des entretiens ouverts ont été faits avec des groupes de discussion, dont la taille et la composition ont choisis de façon aléatoire et selon les disponibilités. Pour la reconstitution des circuits de déplacement, le groupe de discussion est composé de sept personnes et celui qui traite des raisons qui justifient l'arrêt et l'exploitation des parcours est composé de treize personnes. L'ensemble de ces données ont été collectées au cours du dernier séjour chez les *Uda'en* (juillet-décembre 2008).

Les relevés de végétation ont été réalisés lors des suivis des animaux au pâturage pendant nos trois séjours. Toutes les espèces rencontrées ont été récoltées et présentées aux éleveurs. Il a été demandé à des groupes de discussion de les classer en cinq catégories fourragères, en fonction de leurs appétibilités : très bonne valeur pastorale (TBVP), bonne valeur pastorale (BVP), moyenne valeur pastorale (MVP), faible valeur pastorale (FVP), très faible valeur pastorale (TFVP) et les espèces qui sont sans valeur pastorale ou refus (SVP). L'identification de ces espèces a été faite au Laboratoire de Biologie Garba Mounkaila de l'Université Abdou Moumouni de Niamey.

Les coordonnées GPS des points de séjour ont été prises. Ces données complétées par celles des enquêtes ont permis de reconstituer les différents circuits de transhumance des éleveurs *Uda'en*.

Tableau 1. Grand propriétaire et mode d'appropriation des animaux chez les *Uda'en*

Nom local	Grand propriétaire et mode d'acquisition des animaux
Eladji	Grand propriétaire d'animaux (droit absolu sur son bétail)
Darnaadji	Animaux offerts par le mari à son épouse (droit absolu de l'épouse)
Sanderdji	Animaux hérités des parents (droit absolu des enfants sur les animaux)
Habbanayé	Animaux de sexe féminin prêtés (droit absolu sur le lait et deux nouveaux nés)
Diladji	Vache laitière prêtée pour son lait (droit absolu sur le lait)
Pudiri	Animaux reçu de la communauté comme cadeaux de mariage

Source : Les enquêtes

3. Analyse des données

Toutes les réponses des enquêtes individuelles de perception ont été rassemblées en rubriques et les réponses par rubrique ont été exprimées sous la forme de pourcentage de réponses (%). La comparaison des pourcentages de réponses a été réalisée par le test non-paramétrique Chi-deux (χ^2) en utilisant le logiciel MINITAB 14. La carte des circuits de transhumance a été réalisée à l'aide d'un système d'informations géographiques (SIG).

III – Résultats

1. Analyse globale des espèces

Les relevés de végétation sur les parcours obtenus lors des suivis des transhumants, ont permis de recenser 252 espèces végétales réparties dans 148 genres et 47 familles (Tableau 2). Les familles les plus représentées sont : les Poaceae (49 espèces, 19,44 %), les Leguminosae-Papilionoideae (23 espèces, 9,13 %), les Convolvulaceae (16 espèces, 6,35 %), les Cyperaceae (14 espèces, 5,56 %) et les Leguminosae-Mimosoideae (11 espèces, 4,37 %). Pour les genres, les familles les mieux représentées sont : les Poaceae (25 genres, 16,89 %), les Leguminosae-Papilionoideae (9 genres, 6,08 %), les Asteraceae (9 genres, 6,08 %), les Leguminosae-Mimosoideae (6 genres, 4,05 %), les Cucurbitaceae (6 genres, 4,05 %) et les Amaranthaceae (6 genres, 4,05 %). Cette phytodiversité traduit le rôle et l'importance des systèmes pastoraux dans la préservation de la biodiversité.

Tableau 2. Nombre d'espèces et de genres par famille

Familles	Nbre d'Espèces	% d'Espèces	Nbre de Genres	% de Genres
Poaceae	49	19,44	25	16,89
Leguminosae-Papilionoideae	23	9,13	9	6,08
Convolvulaceae	16	6,35	4	2,70
Cyperaceae	14	5,56	5	3,38
Leguminosae-Mimosoideae	11	4,37	6	4,05
Malvaceae	9	3,57	5	3,38
Euphorbiaceae	9	3,57	5	3,38
Asteraceae = Compositae	9	3,57	9	6,08
Capparaceae	9	3,57	4	2,70
Cucurbitaceae	8	3,17	6	4,05
Amaranthaceae	7	2,78	6	4,05
Leguminosae-Caesalpinioideae	7	2,78	3	2,03
Tiliaceae	7	2,78	4	2,70
Rubiaceae	6	2,38	5	3,38
Asclepiadaceae	6	2,38	4	2,70
Borraginaceae	5	1,98	3	2,03
Solanaceae	5	1,98	5	3,38
Acanthaceae	4	1,59	3	2,03
Combretaceae	4	1,59	4	2,70
Nyctaginaceae	4	1,59	2	1,35
Molluginaceae	4	1,59	2	1,35
Commelinaceae	3	1,19	1	0,68
Burseraceae	2	0,79	2	1,35
Brassicaceae = Cruciferae	2	0,79	2	1,35
Pedaliaceae	2	0,79	1	0,68
Liliaceae	2	0,79	1	0,68
Aizoaceae	2	0,79	2	1,35
Labiatae = Lamiaceae	2	0,79	1	0,68
Polygalaceae	2	0,79	1	0,68
Rhamnaceae	2	0,79	1	0,68
Bombacaceae	1	0,40	1	0,68
Annonaceae	1	0,40	1	0,68

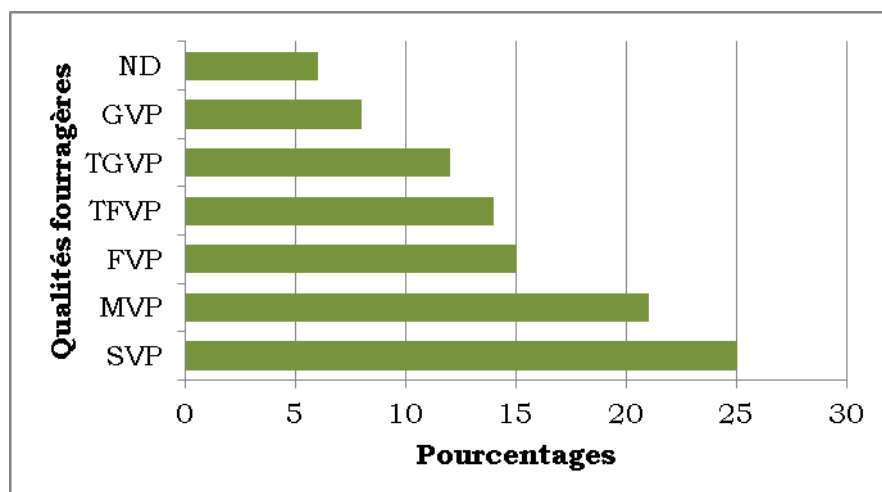
Aristolochiaceae	1	0,40	1	0,68
Balanitaceae	1	0,40	1	0,68
Colchicaceae	1	0,40	1	0,68
Pontederiaceae	1	0,40	1	0,68
Palmae = Arecaceae	1	0,40	1	0,68
Marsileaceae	1	0,40	1	0,68
Caryophyllaceae	1	0,40	1	0,68
Portulacaceae	1	0,40	1	0,68
Salvadoraceae	1	0,40	1	0,68
Anacardiaceae	1	0,40	1	0,68
Scrophulariaceae	1	0,40	1	0,68
Verbenaceae	1	0,40	1	0,68
Loranthaceae	1	0,40	1	0,68
Zygophyllaceae	1	0,40	1	0,68
Sterculiaceae	1	0,40	1	0,68
Total (nombre total d'espèces = 252)	252	100	148	100

Source : Les enquêtes

2. Analyse globale de la qualité des plantes selon les Uda'en

Selon les déclarations des éleveurs, parmi les 252 espèces inventoriées, 175 espèces sont appréciées (69,44 %), 63 non appréciées (25 %) et 14 espèces sont à appréciabilité non spécifiée (5,56 %). Les espèces appréciées ont été classées en cinq catégories fourragères par les éleveurs. La figure 2 représente le spectre de qualité des plantes fourragères. L'analyse du spectre de qualité montre une abondance des refus (SVP : 63 espèces soient 25 %), suivies d'espèces de moyenne valeur pastorale (MVP : 54 espèces soient 21 %), d'espèces de faible valeur pastorale (FVP : 37 espèces soient 15 %), d'espèces de très faible valeur pastorale (TFVP : 35 espèces soient 14 %) et d'espèces de très grande valeur pastorale (TGVP : 30 espèces soient 12 %). Les espèces de grande valeur pastorale (GVP) sont les moins représentées. Les ND (non déclaré) constituent les espèces non spécifiées par les éleveurs. Les résultats obtenus démontrent la bonne connaissance des plantes fourragères des éleveurs et l'intérêt qu'ils accordent à la biodiversité. Toutefois, notons qu'il existe d'autres formes d'utilisations des végétaux, que nous n'avons pas abordées ici parce qu'elle ne rentre pas dans le cadre de la présente étude, mais qui, explicitées, pourraient servir la connaissance et l'humanité. Elles reflètent la connivence des éleveurs avec leur environnement.

Figure 2. Spectre de qualité fourragère (252 espèces inventoriées)



Source : Les enquêtes

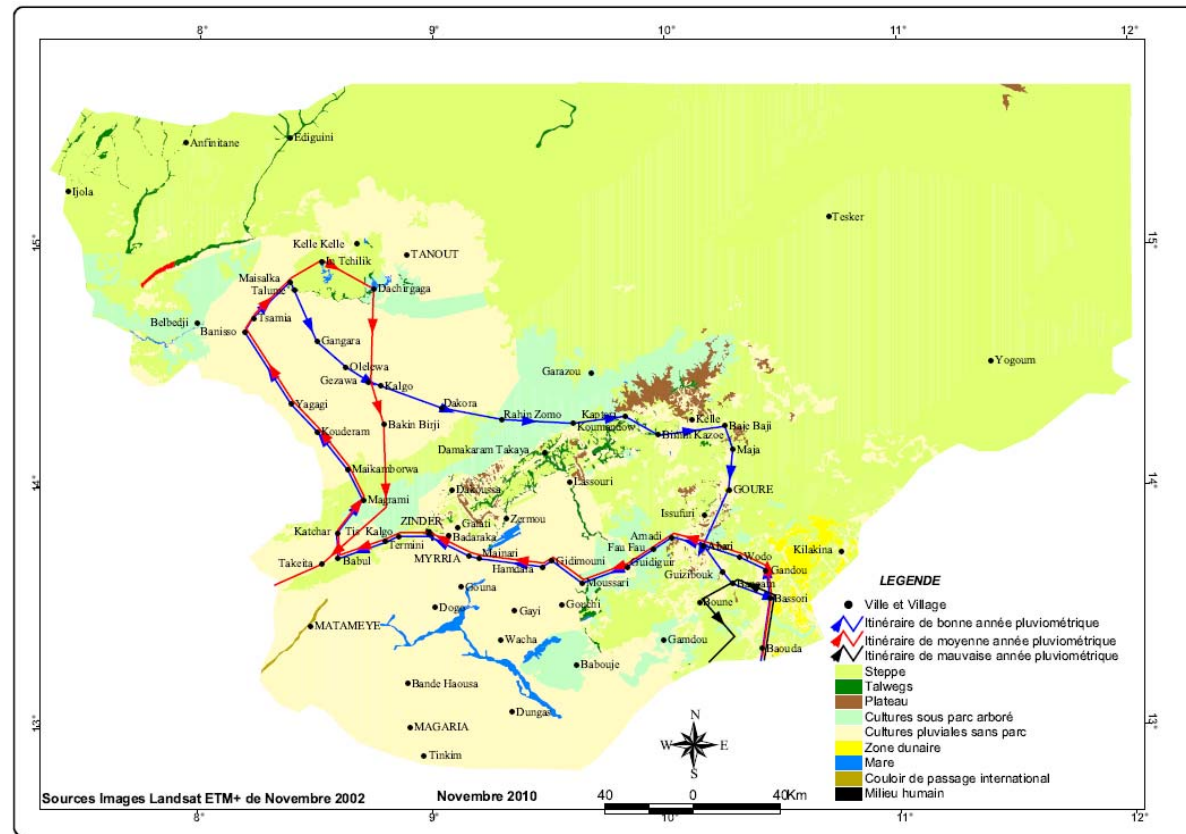
3. Amplitude de la mobilité

L'amplitude de la mobilité se réfère à la distance parcourue et aux itinéraires annuels de transhumance. L'analyse de la carte de la figure 3 révèle la variation des itinéraires des éleveurs *Uda'en* suivant les années sur la période 2006-2009.

- L'itinéraire habituel des éleveurs *Uda'en* est représenté en bleu (juillet 2007 à août 2008). Les *Uda'en* font ce circuit lorsque les ressources pastorales (l'eau et le pâturage) sont disponibles. Il correspond aux années de bonne pluviométrie, lorsque les mares du nord peuvent assurer l'eau pour les éleveurs et leurs troupeaux pendant toute l'année. Pendant ces périodes de bonne pluviométrie, les *Uda'en* passent toute l'année au Niger.
- l'itinéraire représenté en rouge, correspond au circuit des années de pluviométrie moyenne. Pendant ces périodes, les mares se tarissent vite. Les *Uda'en* passent une bonne partie de l'année au Niger (de juillet 2006 à février 2007 soit 8 mois environ) et l'autre partie de l'année au Nigéria (mars 2007 à juin 2007 soit 4 mois).
- L'itinéraire en noir correspond au circuit des années de mauvaise pluviométrie. Pendant ces mauvaises périodes, les *Uda'en* passent peu de temps au Niger (juillet et août 2008) et la majeure partie de l'année au Nigéria (10 mois).

Il apparaît ainsi que les variations des itinéraires de transhumance sont liées à la disponibilité de l'eau et du pâturage.

Figure 3. Les différents circuits de transhumance des *Uda'en* au Niger



Source : Les enquêtes

4. Facteurs déterminants les points de séjour « Sangalo »

Les axes de transhumance offrent plusieurs possibilités d'abreuvement et d'affouragement des animaux. Des facteurs écologiques, sociaux et temporels interviennent dans la détermination du point de séjour.

Comme facteurs écologiques, il faut noter la typologie du parcours, la nature des ressources fourragères, la phénologie de la strate herbacée et la proximité des points d'eau.

Les facteurs sociaux sont déterminés par les rapports sociaux qui existent entre la communauté *Uda'en* et les villages riverains du parcours et par la proximité des marchés à bétail. Ces rapports sociaux sont conditionnés par les alliances tissées pendant de longues années avec les sédentaires. Selon les *Uda'en*, les sédentaires qui les ont acceptés depuis des générations leur facilitent le passage et l'accès au pâturage. Ces alliances sont entretenues par les chefs traditionnels en relation avec les types d'échange (fumure, échanges commerciaux, troc, lignage, offres etc.).

Quant aux facteurs temporels, ils sont déterminés par les saisons de l'année. Trois types de parcours sont exploités par les éleveurs *Uda'en* : parcours naturels, jachères et champs. Le tableau 3 illustre pour chaque type de parcours, la saison d'exploitation et les facteurs déterminant son choix pour l'affouragement des animaux.

Tableau 3. Saisons de l'année et facteurs déterminants les points de séjour

Facteurs déterminants	Juillet-Août (ndungu)	Septembre (yahol)	Octobre- Janvier (dabbude)	Février à Juin (ceedu : en fonction des saisons)
Type de parcours	Parcours naturels des enclaves pastorales du sud	Jachères	Champs de cultures pluviales	Parcours des pâturages naturels du nord (zone pastorale)
Ressources fourragères	Abondance de graminées: <i>Aristida mutabilis</i> , <i>Aristida funiculata</i> , <i>Brachiaria xantholeuca</i> , <i>Cenchrus biflorus</i> , <i>Dactyloctenium aegyptium</i> <i>Digitaria occidentalis</i> « Pagouri »	Abondance de légumineux et graminées pérennes: <i>Alysicarpus ovalifolius</i> , <i>Zornia glochidiata</i> , <i>Cassia mimosoides</i> , <i>Crotalaria atrorubens</i> , <i>Andropogon gayanus</i> , <i>Aristida sieberiana</i> « lahi »	Résidus frais de sorgho, d'arachide ou de niébé « gombe »	Abondance de la paille de brousse ou des bourgoutières fraîches des mares : <i>Echinochloa colona</i> , <i>Echinochloa stagnina</i> , <i>Echinochloa pyramidalis</i> , <i>Eragostis pilosa</i> « burgu »
Phénologie de la végétation	Levée, Montaison, épiaison	Floraison et fructification (légumineuse), Levée et Montaison (graminées pérennes)	FND	FND
Ressources en eau	Proximité des mares « foudo »	Proximité des mares « foudo »	Proximité des mares ou de puits « boundu »	Proximité des mares ou des puits « boundu »
Marchés	Proximité	Proximité	Proximité	Proximité
Rapports sociaux	Acceptation, facilitation	Acceptation, facilitation	Acceptation, facilitation	Acceptation, facilitation

Source : Les enquêtes

Selon les éleveurs, la qualité des parcours naturels est liée à l'abondance des herbacées suivantes : *Cenchrus biflorus*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Digitaria horizontalis* et *Brachiaria xantholeuca*. Les états phénologiques désirés par les éleveurs sont : la levée, la montaison et l'épiaison. Lorsque ces espèces entrent en fructification, les pasteurs changent de parcours et évoluent vers les parcours à saison pluvieuse jeune où la strate herbacée est aux stades phénologiques désirés. Les jachères les plus exploitées sont très riches en *Zornia glochidiata*,

Alysicarpus ovalifolius, *Crotalaria atrorubens*, *Cassia mimosoides*, *Andropogon gayanus*, *Aristida sieberiana*. Les états phénologiques favorables à leur exploitation sont la floraison et la fructification pour les légumineuses et la levée et la montaison pour les graminées pérennes. Pour les champs, les résidus de récolte désirés sont ceux à l'état vert c'est-à-dire frais. Ce sont les résidus frais de sorgho, de niébé, de mil et d'arachide et les fruits de *Citrullus lanatus*, *C. colocynthis* et *Cucumis prophetarum*.

Cette situation nécessite une évaluation de l'état du parcours avant toute exploitation par les éleveurs. Pour les *Uda'en*, les performances zootechniques (production de lait, fréquences d'accouplement, gain de poids, reproduction et la santé animale) dépendent des conditions des parcours.

5. Perception de la mobilité chez les Uda'en

Les *Uda'en* perçoivent de façon différente les effets bénéfiques de la mobilité ($\chi^2 = 18,91$; $P < 0,02$). Les 104 personnes enquêtées indiquent que la mobilité c'est de l'eau à disposition (22% des réponses), du fourrage frais (21%), des ressources pastorales variées (17%), une alimentation variée pour les animaux (13%), de bons marchés à bétail (8%) (Tableau 4).

Il est donc clair que cette communauté se déplace pour des intérêts divers. En plus des avantages pastoraux (eau et fourrage), la mobilité permet l'amélioration de l'épargne des éleveurs à travers les opportunités des marchés à bétail et elle limite la charge animale, favorisant la régénération des parcours.

Tableau 4. Perception de la mobilité chez les Uda'en

Réponses	%
Dispersion des plantes	2
Régénération des ligneux	5
Varier l'alimentation des animaux	13
Disponibilité d'eau d'abreuvement	22
Varier les ressources pastorales	17
S'échapper des aléas climatiques	7
Marchés à bétail	8
Entretenir les animaux	5
Disposer du fourrage vert	21
Total des réponses	100

Source : Les enquêtes

6. Entraves à la mobilité

Les *Uda'en* perçoivent les obstacles à la mobilité de la même manière ($\chi^2 = 2,66$; $P = 0,85$). Pour les 104 personnes enquêtées, les obstacles à la mobilité sont l'occupation des pâturages par les champs (21% des réponses), l'installation des nouveaux villages sur les parcours (16%),

l'obstruction (17%) et le rétrécissement (11%) des couloirs de passage menant à l'eau et au pâturage, le vol des animaux (15%) (tableau 5).

Ceux-ci bloquent la circulation des animaux et confinent les animaux sur des aires de parcours réduites, une situation qui augmente la charge animale sur les ressources et les expose au surpâturage. Ce dernier serait l'une des principales causes de la perte en biodiversité avec comme conséquences celle de notre bien être et la dégradation de la qualité des parcours dont dépend l'organisation socioéconomique cette communauté.

Tableau 5. les obstacles à la mobilité chez les Uda'en

Réponses	%
Piqûre d'insectes	8
Vol des animaux	14,67
Insécurité	12
Rétrécissement des couloirs de passage	10,67
Obstruction des couloirs de passage	17,33
Emblavement des parcours	21,33
Extension des villages	16
Total des réponses	100

Source : les enquêtes

IV – Discussion des résultats

1. Pertinence de la mobilité

Les résultats de ces travaux confirment clairement l'importance de la mobilité dans l'organisation socioéconomique des populations de pasteurs. Elle est le moyen par lequel les pasteurs africains ont toujours géré les risques environnementaux liés à la variation des ressources dans les zones arides (Bassett, 1986 ; Scoones, 1995). Ces dernières, dans les zones arides, sont dispersées, hétérogènes et aléatoires (Thébaud et Batterbury, 2001). En conséquence, seule la mobilité permet d'accéder à des ressources lointaines. Selon les *Uda'en*, elle permet de disposer de fourrage frais, d'eau, de débouchés pour écouler les produits de l'élevage, d'entretenir la santé animale, d'échapper aux aléas climatiques, de varier l'alimentation animale, de régénérer les ligneux et de favoriser la dispersion des plantes.

Selon Roeder (1996), la mobilité permet également aux animaux de résister aux épizooties. Plusieurs travaux sur la relation entre l'élevage mobile et les écosystèmes ont montré que la mobilité offre une meilleure stratégie par laquelle les éleveurs africains gèrent la faible productivité des pâturages et les risques liés aux variations du milieu (Behnke et al., 1993 ; Thébaud, 1994 ; Scoones, 1995 ; Niamir-Fuller, 1999 ; Vetter, 2004). Cette situation limite la charge animale et favorise la régulation des ressources. Il s'en suivrait une amélioration des performances animales et le maintien des écosystèmes.

Selon les éleveurs, la mobilité n'est donc pas seulement un moyen d'assurer l'eau et le pâturage, elle permet également la préservation de la biodiversité en favorisant la régénération des ligneux et la dispersion des plantes. Cela ne veut pas dire que le pastoralisme n'affecte pas

la dynamique des écosystèmes, mais celle-ci est plus fortement déterminée par les variations du climat (Sullivan et Rohde, 2002 ; Vetter, 2004). La mobilité permet également l'accès à des bons marchés à bétails, améliorant ainsi l'épargne des éleveurs. Elle est une nécessité écologique et économique pour les éleveurs. Nori (2006) souligne qu'elle permet une meilleure utilisation de toute une gamme de ressources naturelles. Selon toujours Nori (2006), c'est aussi un moyen d'éviter les vecteurs de maladie dans certaines régions (la mouche tsé-tsé), d'optimiser les échanges avec d'autres utilisateurs fonciers (résidus de récolte en échange d'engrais animal), d'accéder à différents créneaux du marché (la vente de l'excédent de produits laitiers ou l'achat de denrées de base ou de médicaments pour les animaux) ou encore de rejoindre des membres du clan pour un festival saisonnier, d'acquiescer ou de partager de l'information, ou de rechercher des moyens d'existence complémentaires.

Une distinction doit être faite entre le déplacement régulier des éleveurs sur l'itinéraire habituel de transhumance et celui des urgences qui se produisent pendant les périodes critiques de sécheresses ou conflits (Nori et al., 2005). Les *Uda'en* ont un circuit de transhumance habituel, qu'ils suivent chaque année seulement lorsque la ressource (eau et pâturage) est disponible. En période critique comme les années de sécheresses ou de conflits, les itinéraires changent et peuvent les conduire hors du Niger (Nigéria, Cameroun, Centre Afrique, le Tchad). La force de cette mobilité traduit également une familiarité avec les communautés traversées, et avec la variabilité du climat et de la ressource. Ce qui confirme clairement la grande organisation sociale de ces éleveurs et leur connaissance des ressources exploitées. Ces facteurs jouent un rôle important dans l'accès et le choix des ressources, et pour assurer les moyens d'existence des éleveurs. Toute politique environnementale visant à sécuriser les circuits de déplacement des éleveurs favoriserait la survie de cette communauté.

2. Exploitation saisonnière des parcours

Les éleveurs *Uda'en* exploitent les différents parcours de Zinder suivant des axes de transhumance. Chaque axe de transhumance offre plusieurs possibilités d'affouragement et d'abreuvement. L'affouragement est assuré par les jachères, les formations naturelles (savane, steppe, galeries forestières) et les résidus de récolte ; l'abreuvement est assuré par les puits (modernes et puisards), les mares et les flaques d'eau.

Le suivi des transhumants et les enquêtes menées ont permis de reconstituer les différents circuits de transhumance et de comprendre le mode d'exploitation des parcours par les *Uda'en*. L'arrêt et le séjour dans les parcours sont raisonnés et cycliques, de façon à adapter d'une part la charge animale aux disponibilités fourragères et d'autre part la qualité nutritionnelle du fourrage aux besoins des animaux. Le même constat a été rapporté par Sinsin (1993) dans les pâturages naturels de Nikki-Kalalé. Contrairement aux parcours de Nikki-Kalalé où Sinsin (Op cit.) a distingué trois périodes d'exploitation, sur les parcours de Zinder, quatre périodes majeures d'exploitation ont été identifiées. Ces quatre périodes correspondent aux quatre saisons de l'année chez les *Uda'en* : *ndungu*, *yaho l*, *dab bude*, *cee du*. A chaque saison correspond un type particulier de parcours chez les *Uda'en* (voir tableau 3).

• Juillet-Août (*ndungu*)

Cette période correspond au milieu de la saison des pluies quand la strate herbacée est abondante et à son optimum de développement ; les éleveurs n'ont pas besoin d'émonder les ligneux pour compléter la ration des animaux. Les parcours exploités pendant cette période sont des steppes qui n'ont jamais fait l'objet de culture pluviale.

Le choix du parcours à exploiter par les *Uda'en* est lié à l'abondance et à la phénologie de certaines espèces. Les espèces les plus recherchées sont les graminées annuelles : *Aristida mutabilis*, *Aristida funiculata*, *Brachiaria xantholeuca*, *Cenchrus biflorus*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Digitaria occidentalis*. Les stades phénologiques désirés sont la levée, la montaison et l'épiaison.

• Septembre (yahol)

Cette période correspond au pâturage de fin de saison pluvieuse (yahol). Pendant cette période, sur les parcours naturels, les graminées en phase de fructification se lignifient et perdent leur valeur nutritionnelle. Les éleveurs quittent les parcours naturels pour les jachères. Les espèces les plus recherchées par les *Uda'en* sur les jachères sont les légumineuses fourragères, *Alysicarpus ovalifolius*, *Zornia glochidiata*, *Cassia mimosoides*, *Crotalaria atrorubens* et les graminées pérennes, *Aristida sieberiana*, *Andropogon gayanus*. Les stades phénologiques désirés sont la floraison et la fructification pour les légumineuses et, la levée et la montaison pour les graminées pérennes.

• Octobre-janvier (dabbude)

C'est la période post hivernage correspondant à la fin des récoltes et à la saison froide. Les éleveurs se retrouvent dans les champs abandonnés par les propriétaires après les récoltes. Ce sont surtout les résidus frais de sorgho, d'arachide et de niébé qui sont les plus recherchés.

• Février-juin (ceedu)

Cette période couvre une partie de la saison sèche et le début de la saison de pluies. Les éleveurs utilisent les pâturages naturels et les bourgoutières des mares semi permanentes ou permanentes. Pendant cette période, il est rare que cette ration constituée en grande partie de pailles de brousse (graminées annuelles lignifiées et sèches) puisse couvrir le besoin nutritionnel des animaux et les éleveurs font appel à l'émondage pour compléter la ration des animaux.

Les ligneux les plus émondés sont *Acacia senegal*, *A. seyal*, *A. tortilis*, *Balanites aegyptiaca*, *Sclerocarya birrea*, *Commiphora africana*, *Acacia ehrenbergiana*, *Salvadora persica*. Il convient ici de rappeler la nécessité de poursuivre la formation des éleveurs sur les techniques de coupes, pour une utilisation durable du fourrage aérien.

Dans les bourgoutières des mares, les espèces les plus convoitées sont *Echinochloa colona*, *Echinochloa stagnina*, *Echinochloa pyramidalis*, *Eragostis pilosa*.

V – Conclusion

Au Sahel, où on continue encore d'associer la dégradation de l'environnement au pastoralisme malgré le nouveau paradigme en vigueur de l'écologie des parcours, la gestion des parcours par les éleveurs nomades mérite d'être toujours mieux explicitée afin qu'elle soit bien prise en compte dans la surveillance environnementale.

Cette étude basée sur des relevés de végétation et des enquêtes montre la familiarité des *Uda'en* avec leur environnement. Cette familiarité nécessite un savoir local portant sur la distribution et la dynamique spatio-temporelle des ressources. Il est clair que les *Uda'en* ont des connaissances sur les plantes, la distribution et la gestion des ressources pastorales qui conditionnent leur existence. Ces connaissances de base peuvent être utilisées pour tester les outils modernes de gestion de l'environnement. En retour, ceci permettrait de comprendre le changement actuel des écosystèmes et les nouvelles politiques environnementales à entreprendre pour la survie des communautés et la préservation de la biodiversité. Enfin, les données qui ont été collectées pour cette étude vont renforcer la base de données du Réseau d'Observatoire et Surveillance Ecologique à Long Terme (ROSELT) du Niger.

Remerciements. Nous remercions la communauté Uda'en de Gouré (Zinder) pour leur hospitalité tout le long de l'itinéraire de transhumance. Cette recherche a été financée d'une part par l'Agence Française de Développement (AFD) à travers une collaboration entre le Réseau d'Observatoire et Surveillance Ecologique à Long Terme (ROSELT) du Ministère de l'Environnement et de la Lutte Contre la Désertification (ME/LCD) et l'Université Abdou Moumouni de Niamey et d'autre part la Coopération Française à travers le projet Vulnérabilités et Adaptations des Socio-écosystèmes en Afrique de l'Ouest (VASA) de l'Université Abdou Moumouni.

Références

- Allsopp N., Laurent C., Debeaudoin L.M.C., Samuels M.I. 2007.** Environmental perceptions and practices of livestock keepers on the Namaqualand Commons challenge conventional rangeland management. *Journal of Arid Environments*, septembre 2007, vol. 70, n.4. p. 740-754.
- Ayantunde A.A., Hiernaux P., Briejer M., Udo H.M.J., Tabo, R. 2009.** Uses of local plant species by agropastoralists in South-western Niger [en ligne]. *Ethnobotany Research & Applications*, vol. 7. p. 53-66. [consulté en mars 2012].
<http://edepot.wur.nl/108366>
- Bassett T. J. 1986.** Fulani herd movements. *The Geographical Review*, juillet 1986, vol. 76, n. 3. p. 233–248.
- Behnke R.H., Scoones I., Kerven C. 1993.** *Range ecology at disequilibrium : new models of natural variability and pastoral adaptation in African savannas*. Nottingham : Overseas Development Institute. 260 p.
- Fernandez-Gimenez M.E. 1993.** The role of ecological perception in indigenous resource management: a case study from the mongolian forest-steppe [en ligne]. *Nomadic peoples*, n. 33. p 31-46. [consulté en mars 2012].
http://cnp.nonuniv.ox.ac.uk/pdf/NP_journal_back_issues/The_role_of_ecological_perception_in_indigenous_resource_management_M_FGimenez.pdf
- Gradé J.T. 2008.** *Ethnoveterinary Knowledge in Pastoral Kara moja, Northern Uganda*. Thèse Dr. d'Université : Faculté de Bio-Ingenierie, Université de Gant (Belgique). 220 p.
- Haruyama T. 2003.** Transmission mechanism of traditional ecological knowledge [en ligne]. *Revue chinoise*, vol. 11, n. 1. p 109-118. [consulté en mars 2012].
http://www.ps.ritsumei.ac.jp/assoc/policy_science/111/111_10_haruyama.pdf
- Hiernaux P., Le Houérou H.N. 2006.** Les parcours du Sahel [en ligne]. *Sécheresse*, janvier-juin 2006, vol. 17, n. 1. p 51-71. [consulté en mars 2012].
http://www.jle.com/fr/revues/agro_biotech/sec/e-docs/00/04/1F/07/resume.phtml
- Houde N. 2007.** The six faces of traditional ecological knowledge: challenges and opportunities for Canadian co-management arrangements [en ligne]. *Ecology and Society*, vol. 12, n. 2. 34 p. [consulté en mars 2012].
<http://www.ecologyandsociety.org/vol12/iss2/art34/>
- Huntington H.P. 2000.** Using traditional ecological knowledge in science: methods and applications [en ligne]. *Ecological applications*, vol. 10, n. 5. p. 1270-1274. [consulté en mars 2012].
<http://xbiblio.ecologia.edu.mx/biblioteca/Cursos/Manejo/Huntington.pdf>
- MA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005.** *Ecosystems and Human Well-Being: synthesis* [en ligne]. Washington : Island Press. 155 p. [consulté en janvier 2012].
<http://www.maweb.org/en/Synthesis.aspx>
- Niamir-Fuller M. 1995.** Indigenous systems of natural resource management among pastoralists of arid and semi-arid Africa. In Warren D.M., Slikkerveer L.J., Brokensha D. (eds.). *The cultural dimension of development: indigenous knowledge systems*. Londres : Intermediate Technology Publications. p. 245–257.

- Niamir-Fuller M. (ed.) 1999.** *Managing mobility in African rangelands: the legitimization of transhumance*. Londres : Intermediate Technology Publications. 240 p.
- Nori M., Switzer J., Crawford A. 2005.** *Herding on the Brink: towards a global survey of pastoral communities and conflict. An occasional paper from the IUCN Commission on Environmental, Economic and Social Policy* [en ligne]. Winitoba : IISD. 33 p. [consulté en mars 2012].
<http://www.iisd.org/publications/pub.aspx?id=705>.
- Nori M. 2006.** *Mobile livelihoods, patchy resources & shifting rights: approaching pastoral territories* [en ligne]. Rome : ILC. 24 p. (Thematic paper for the International Land Coalition). [consulté en mars 2012].
http://www.landcoalition.org/pdf/08_ILC_mobile_livelihoods_patchy_resources.pdf
- Oba G., Kaitira L.M. 2005.** Herder knowledge of landscape assessments in arid rangelands in northern Tanzania [en ligne]. *Journal of Arid Environments*, n. 66. p. 168-186. [consulté en mars 2012].
http://ada.yayamedia.it/dmdocuments/herder_perception.pdf
- Olsson P., Folke C., Berkes F. 2004.** Adaptive comanagement for building resilience in social-ecological systems [en ligne]. *Environmental Management*, vol. 34, n. 1. p. 75-90. [consulté en mars 2012].
<http://static.adaptivemanagement.net/sites/default/files/Adaptive%20Comanagement%20for%20Building%20Resilience%20in%20Social-Ecological%20Systems.pdf>
- Peyre de Fabrègues B. 1965.** Etudes et principes d'exploitation de pâturage de steppe en République du Niger [en ligne]. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, vol. 18, n. 3. p. 329-332. [consulté en mars 2012].
http://remvt.cirad.fr/CD/EMVT65_3.PDF
- PSSP. 2009.** *Projet de sécurisation des systèmes pastoraux de la région de Zinder : la mobilité pastorale dans la région de Zinder, stratégies et dynamisme*. République du Niger : Ministère de l'élevage. 115 p.
- Roeder P. 1996.** *Livestock disease scenarios of mobile versus sedentary pastoral systems*. 3rd International Technical Consultations on Pastoral Development, United Nations Sudano-Sahelian Office, Praia, 20-22/05/1996.
- Scoones I. (dir.). 1995.** *Living with uncertainty: new directions in pastoral development in Africa*. Londres : Intermediate Technology Publications. 210 p.
- Sinsin B. 1993.** *Phytosociologie, écologie, valeur pastorale, production et capacité de charge des pâturages naturels du périmètre Nikki-Kalalé au Nord-Bénin*. Thèse Dr. en Sciences Agronomiques : Université Libre de Bruxelles (Belgique). 390 p.
- Soumana I., Mahamane A., Gandou Z., Ambouta J.M.K., Saadou M. 2010.** Problématique de la transhumance au Niger : analyse des indicateurs des logiques d'exploitation des parcours sahéliens. *Annales de l'Université Abdou Moumouni*, Tome XI-A. p. 100-111.
- Soumana I. 2011.** *Groupements végétaux pâturés des parcours de la région de Zinder et stratégies d'exploitation développées par les éleveurs Uda'en*. Thèse Dr. : Université de Niamey (Niger). 222 p.
- Sullivan S., Rohde R. 2002.** On non-equilibrium in arid and semi-arid grazing systems. *Journal of Biogeography*, vol. 29. p. 1595-1618.
- Thebaud B., Battebury S. 2001.** Sahel pastoralists: opportunism, struggle, conflict and negotiation. A case study from eastern Niger. *Global Environmental Change*, avril 2011, vol. 11, n. 1. p. 69-78.
- Thebaud B. 1994.** Un nouveau regard sur la gestion des parcours en Afrique [en ligne]. *Cahiers d'Etudes Africaines*, vol. 34, n. 136. p. 701-705. [consulté en mars 2012].
http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/cea_0008-0055_1994_num_34_136_1485
- Trochain J.L. 1970.** Les territoires phytogéographiques de l'Afrique noire francophone d'après la trilogie : climat, flore et végétation. *Compte-Rendu des Séances de la Société de Biogéographie*. p. 395-403.
- UNCDB. 1992.** *Convention des Nations Unies sur la diversité biologique* [en ligne]. New-York : Nations Unies. Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement, Rio de Janeiro (Brésil), 3-14/06/1992. 33 p. [consulté en mars 2012].
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31993D0626:FR:NOT>
- Usher P. 2000.** Traditional ecological knowledge in environmental assessment and management [en ligne]. *Arctic*, juin 2000, vol. 53, n. 2. p. 183-193. [consulté en mars 2012].

<http://arctic.synergiesprairies.ca/arctic/index.php/arctic/article/download/849/875>

Vetter S. 2004. *Rangelands at equilibrium and non-equilibrium, recent developments in the debate around rangeland ecology and management* [en ligne]. Cape Town : Programme for Land and Agrarian Studies. 7. International Rangelands Congress, Durban (Afrique du Sud), 26-27/07/2003. 76 p. [consulté en mars 2012].

http://www.plaas.org.za/pubs/downloads/PLAAS_BK4_Vetter.pdf

Volet socio-économique de la surveillance environnementale : l'expérience du Mali

Ibrahima Diakite

Coordinateur du DNSE/Mali

Résumé. La mise en œuvre des plans d'actions des accords multilatéraux sur l'environnement, signés par chaque pays à travers les différentes conventions, passe nécessairement par l'amélioration des connaissances et une meilleure compréhension du processus de dégradation des terres en vue d'une gestion rationnelle des milieux et de leurs ressources naturelles. Pour atteindre cet objectif, il est indispensable de mettre en place un Dispositif National de Surveillance Environnementale (DNSE) basé sur un réseau d'observatoires. 4 observatoires ont été retenus au Mali.

Une étude socio-économique sur les observatoires du Mali a été conduite pour caractériser la dimension socio-économique de la dynamique environnementale. Les enquêtes ont porté sur les caractéristiques de la population ; les équipements et infrastructures au niveau des ménages et des collectivités ; les activités économiques ; l'état de l'usage des ressources naturelles ; l'organisation sociale et les efforts publics. 77 villages et un total de 500 exploitations ont été enquêtés.

Il ressort que l'agriculture et l'élevage sont les activités principales dans la majorité des observatoires. Les rendements agricoles sont faibles et l'augmentation de la production est obtenue à partir de l'augmentation des superficies au détriment des pâturages. Sur les plans socio-sanitaires et éducatifs, des infrastructures existent, mais avec le rythme rapide d'accroissement des populations, elles sont en deçà du nombre optimal pouvant garantir à tous, un accès sûr et certain à ces services. Le bois continue toujours à être la principale source d'énergie pour la cuisson des repas. La chasse et la cueillette contribuent beaucoup à la lutte pour la survie (Viande de brousse, fruits, feuilles, racines, rameaux, lianes, etc. pour les médicaments traditionnels, construction d'enclos, de hangars, de maisons).

Il existe beaucoup d'associations, de coopératives et de syndicats. Les ressources monétaires envoyées par les migrants ne sont pas suffisantes pour assurer le bien-être des exploitations qui les reçoivent, encore moins la communauté villageoise toute entière.

Les indicateurs minimum socio-économiques ainsi renseignés à partir de cette enquête constituent une bonne référence pour le suivi de la situation environnementale des observatoires.

Mots-clés. Observatoires environnementaux, aspects socio-économiques, Mali, enquêtes.

Socio-economic dimensions of environmental monitoring, the case of Mali

Abstract. The implementation of action plans resulting from multilateral environmental agreements signed by most countries necessarily involves the improvement of knowledge and understanding of the process of land degradation for sound management of the environment and its natural resources. To achieve this goal, a national environmental monitoring service (DNSE) was set up based on a network of observatories. Four such observatories have been created in Mali.

A socio-economic study of observatories in Mali was performed to characterize the socio-economic dimension of environmental dynamics. Investigations focused on the characteristics of the population; facilities and infrastructure at the household and community levels, economic activities, the use of natural resources and social organization. A total of 77 villages and 500 farms were surveyed.

Agriculture and breeding are the main activities recorded by most observatories. Crop yields are low and any increase in production is obtained by increasing the area of cultivated land at the expense of pasture. Socio-sanitary and educational infrastructures exist, but with the rapid population growth, they are below the optimal number needed to secure access to these services for all. Wood continues to be the main source of energy for cooking. Hunting and gathering still help in the struggle for survival (Bushmeat, fruits, leaves, roots, branches, vines, etc.). There are many associations, cooperatives and unions. Monetary resources

sent home by migrants are not sufficient to ensure the well being of the people on the farms that receive them, and do not improve the community situation as a whole.

The minimum kit of socio-economic indicators that resulted from this survey is a good reference for the environmental monitoring of the observatories.

Keywords. *Environmental Observatories, socio-economic dimension, Mali, field survey*

I- Introduction

La mise en œuvre des plans d'actions des accords multilatéraux sur l'environnement, signés par chaque pays à travers les différentes conventions, passe nécessairement par l'amélioration des connaissances et une meilleure compréhension du processus de dégradation des terres en vue d'une gestion rationnelle des milieux et de leurs ressources naturelles. Pour atteindre cet objectif, il est indispensable de mettre en place un Dispositif National de Surveillance Environnementale (DNSE) basé sur un dispositif ou une mise en réseau d'Observatoires de Surveillance Environnementale (DOSE). L'OSS (Observatoire du Sahara et du Sahel) a accordé une importance particulière à l'élaboration des dispositifs DOSE et DNSE au Mali. C'est dans ce cadre que le Mali a retenu 4 observatoires (Bourem, Baoulé, Sikasso et Delta Central du Niger) pour constituer un Dispositif National de Surveillance Environnementale (DNSE). Les motivations qui ont prévalu au choix de ces observatoires sont de trois ordres : intérêt écologique, intérêt socio-économique et les missions de suivi (principales problématiques de désertification comme l'ensablement, la préservation de la diversité des communautés végétales, l'évolution de l'occupation des terres et de leur utilisation etc.) qui leur sont dévolues.

Au Mali, la nouvelle orientation de la politique nationale de développement est basée sur la décentralisation dont les communes constituent des entités administratives et géographiques de base. Le niveau communal est le plus bas niveau de la planification du développement. C'est dans ce cadre que les Observatoires du DNSE Mali sont établis au niveau des entités administratives ou géographiques et couvrent un certain nombre de communes rurales.

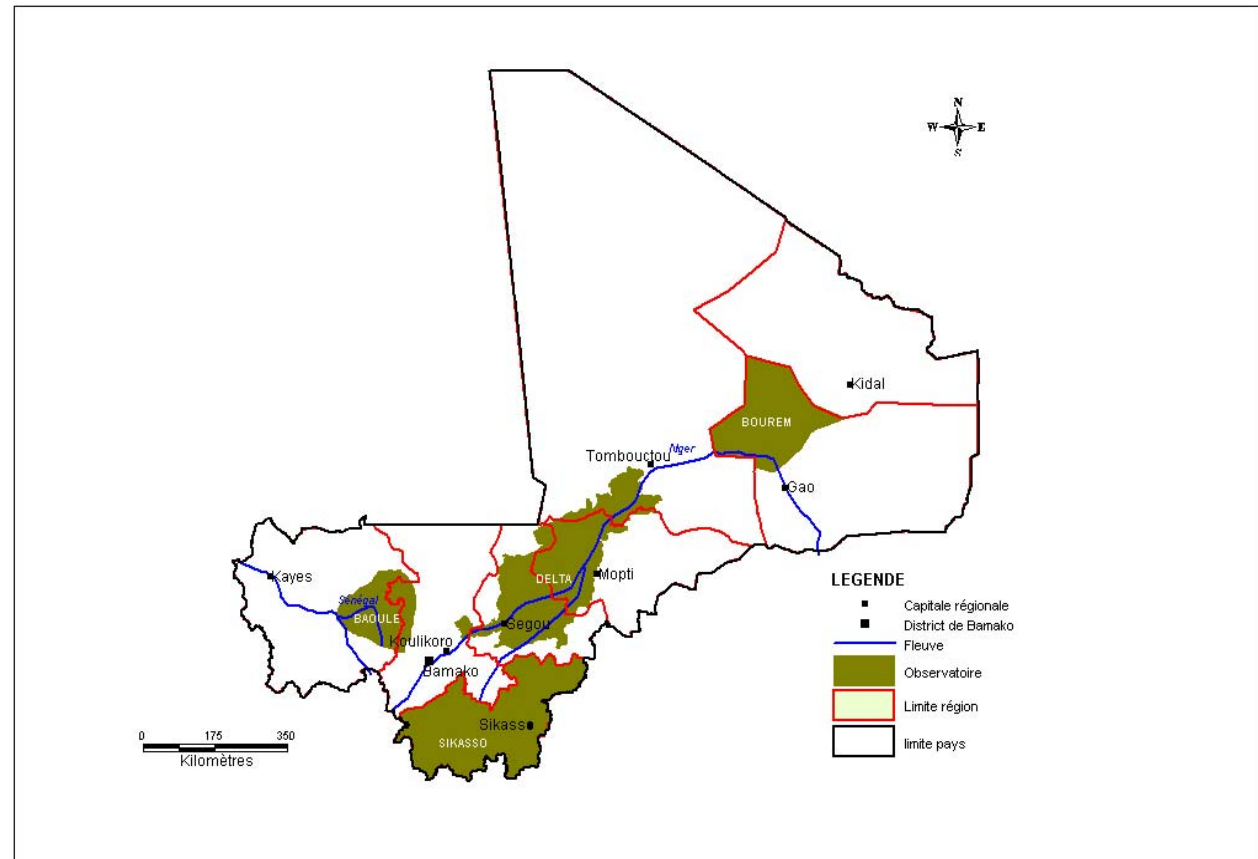
Ainsi pour les entités administratives, l'Observatoire de la région de Sikasso comprend 2 communes rurales (Gouana et M'Pèssoba). Il en est de même pour celui du Cercle de Bourem (Bamba et Bourem). Pour les entités géographiques, l'observatoire de la zone du Baoulé est constitué de 3 communes rurales (Sébécoro I, Kotouba et Madina) et l'observatoire du Delta Central du Niger constitué par 2 communes rurales (Youwarou et Togoro Kotia).

Selon Dembélé F. et al., 2009, le constat au niveau de ces observatoires s'articule autour des points suivants :

- la tendance était à la baisse pour la pluviométrie et l'indice d'aridité.
- l'augmentation de la population humaine et du cheptel suivie d'une augmentation des besoins en ressources.

Une étude socio-économique sur les observatoires du Mali a été conduite par Cissé Y. et al. en 2010 pour permettre de dégager des signaux se rapportant à la dimension socio-économique de la dynamique environnementale. Les enquêtes ont porté sur les caractéristiques de la population ; les équipements et infrastructures au niveau des ménages et des collectivités ; les activités économiques ; l'état de l'usage des ressources naturelles ; l'organisation sociale et les efforts publics. Les indicateurs ainsi renseignés (cf. annexes) ont été développés dans le cadre du ROSELT (Loireau et al., 2005).

Figure 1 : Localisation des observatoires sur la carte administrative du Mali



Source : rapport état de référence des observatoires du DNSE/Mali (Dembélé et al., 2009)

II- Méthodologie

1. Collecte des données

La méthodologie s'est articulée autour de deux axes principaux : la collecte des données secondaires et celles des données primaires.

La collecte de données secondaires, c'est-à-dire des données et informations déjà disponibles a concerné l'exploitation de toutes les sources de données (Rapports, annuaires, etc.) en rapport avec le processus de construction des indicateurs socio-économiques.

En ce qui concerne les données primaires, elles furent collectées à partir d'une enquête menée directement sur le terrain auprès des techniciens, des administrateurs, et exploitations agricoles dans les villages.

2. Choix des villages

Au niveau de chaque Observatoire, des villages ont été choisis en commun accord avec les services techniques (Service des Eaux et Forêts) et avec les mairies. Ces choix ont été réalisés sur les critères essentiellement basés sur i) la proximité des villages avec les sites d'observation, ii) la présence d'une forêt, iii) l'existence de problèmes fonciers ou de pâturages, tout en reconnaissant que les trois critères pouvaient se retrouver au niveau d'un même village dans les observatoires.

Ainsi, 77 villages et un total de 500 exploitations ont été enquêtés. Le nombre de village et d'exploitations échantillonnés varie d'un observatoire à un autre.

3. Echantillonnage

La méthode d'échantillonnage a consisté à établir par observatoire la liste des communes et du nombre de villages par commune, du nombre de ménages ou d'exploitations par village, et du nombre d'habitants. Une taille optimale de populations humaines à couvrir par les investigations a été obtenue en utilisant la formule de la taille optimale d'un échantillon représentatif d'une population étudiée qui était de 1 025 habitants, soit 0.40% de la population totale. Ce taux, appliqué au nombre de villages dans un observatoire donné permet d'obtenir le nombre d'exploitation à retenir comme échantillon dans cet observatoire. Le tableau N°1 présente pour chaque observatoire, le nombre total de villages, le nombre de villages enquêtés et le nombre total des exploitations enquêtées.

Tableau N°1 : Echantillonnage des exploitations enquêtées dans les observatoires du DNSE/Mali

Observatoires	Nombre total de village	Nombre de villages enquêtés	Nombre total des exploitations enquêtées
Baoulé	32	23	135
Sikasso	27	16	73
Delta Central du Niger	49	17	141
Bourem	53	21	151
Total	161	77	500

Source : Rapport Etude socio-économique dans les Observatoires du DNSE/Mali (Cissé et Koné, 2010).

3. Quelques indicateurs de base à partir des données secondaires disponibles

Ces quelques indicateurs socio-économiques de base ont servi de référence au calcul ou à la compréhension des indicateurs spécifiques au niveau des observatoires.

A. En terme de pauvreté

L'EMEP (Enquêtes maliennes d'évaluation de la Pauvreté) menée en 2001 (DNSI, 2003) a permis de disposer d'un aperçu sur la situation de deux formes de pauvreté sur les trois diagnostiquées au Mali à savoir :

- la pauvreté des conditions de vie ou pauvreté de masse, qui se traduit par une situation de manque dans les domaines relatifs à l'alimentation, la santé, l'éducation, l'emploi, le logement, etc. : elle touche en 2001 près de 64% de la population totale avec environ 22% vivant dans l'extrême pauvreté.
- la pauvreté monétaire ou de revenu, qui exprime une insuffisance de revenus engendrant une consommation insuffisante : en 2001, 68% de la population totale consomment annuellement l'équivalent de moins de 144.022 FCFA, retenu comme seuil de pauvreté, et se trouvent classés de ce fait comme pauvres. Parmi cette population pauvre, une proportion de 55% est frappée par l'extrême pauvreté. La pauvreté est essentiellement rurale (Il existe plus de pauvres dans le milieu rural qu'en milieu urbain).

B. En terme démographique

a] Croissance démographique

De sources plus actualisées, la situation démographique du Mali a subi des changements explosifs ces dernières années. Le Mali compte 14 517 176 habitants répartis dans 2 369 866 ménages (INSTAT et BCR, 2009) et sa population malienne a été multipliée par près de 1,5 depuis 1998, ce qui représente un taux de croissance annuel moyen de 3,6%. La population est jeune et s'accroît rapidement. La forte croissance démographique amplifiée par la rapide urbanisation non-contrôlée accélère la pression sur les ressources naturelles (terres, végétation naturelle, eau, etc.).

Les femmes représentent 50,4% de la population contre 49,6% pour les hommes. La population est inégalement répartie entre les régions. Avec 2 625 919 habitants, la région de Sikasso concentre 18,1% de la population malienne. Elle est suivie des régions de Koulikoro (16,7%) et de Ségou (16,1%). A l'inverse, la région de Kidal (0,5%) est la moins peuplée suivie, dans l'ordre croissant, des régions de Gao (3,7%) et de Tombouctou (4,7%).

b] Densité de la population

Le Mali est divisé en 8 Régions administratives : Kayes, Koulikoro, Sikasso, Ségou, Mopti, Gao, Tombouctou et Kidal. La superficie totale du pays est de 1 240 000 km². Les villages choisis pour nos enquêtes au niveau des quatre observatoires sont localisés dans les Régions de Kayes, Koulikoro, Sikasso, Mopti et Gao. Le tableau ci-dessous présente la densité de la population de ces localités.

Tableau N°2 : Densité de la population des régions abritant les observatoires DNSE

Régions	Superficie (km²)	Population (RGPH 2009)	Densité	Densité arrondie
Kayes	120 760	1 996 812	16,535376	16
Koulikoro	90 120	2 418 305	26,8342765	27
Sikasso	71 790	2 625 919	36,5777824	36
Mopti	79 017	2 037 330	25,783439	26
Gao	170 586	544 120	3,18971076	3

Source : fr.wikipedia.org/wiki/Demographie_du_Mali

Après ces résultats basés sur les informations disponibles qui ont été judicieusement compilées on passe ci-dessous aux indicateurs spécifiques calculés sur les observatoires d'après les enquêtes qui ont été réalisées, afin de renseigner la dimension socio-économique dans les observatoires.

III- Résultats des enquêtes dans les observatoires DNSE Mali

1. Activités économiques principales : l'agriculture et élevage

Sur le plan économique, l'agriculture et l'élevage constituent les deux activités principales dans tous les observatoires. D'autres activités sont entreprises dans les exploitations pour aider dans la lutte quotidienne pour la survie.

Le tableau ci-dessous présente pour les quatre observatoires les informations de base sur les deux activités principales, l'agriculture et l'élevage en relation avec la pression sur l'environnement : pour l'agriculture, les superficies et les intrants utilisés, ainsi que la rotation des cultures, et pour l'élevage, les capacités de charge et pratiques de mobilité.

Tableau N°3 : L'agriculture et l'élevage dans les observatoires DNSE Mali, (Cissé et Koné, 2010)

Indicateurs	Observatoires			
	Baoulé	Sikasso	Delta Central du Niger	Bourem
Superficie moyenne défrichée	2,7 ha	1 ha	0,8 ha	1,7 ha
Superficie moyenne des exploitations	6,81 ha	4,60 ha	3,30 ha	3,22 ha
Charge animale en termes d'Unité Bétail Tropical (UBT)	0,12	2,69	0,24	1,13
Utilisation de fumure organique	84%	99%	77%	6%
Utilisation des engrais chimiques	25%	90%	0%	7%
Utilisation de pesticides	23%	77%	17%	0%
Défrichement	33%	6%	4%	20%
Transhumance	2%	18%	44%	45%
Rotation des cultures	92%	95%	2%	10%

Source : Rapport Etude socio-économique dans les Observatoires du DNSE/Mali (Cissé et Koné, 2010)

Les rendements agricoles sont faibles à cause de la pauvreté des sols et de la non utilisation des intrants chimiques. L'augmentation de la production est obtenue à partir de l'augmentation des superficies au détriment des pâturages pour les animaux dont le mode d'élevage est lui aussi extensif. Les superficies disponibles sont soumises aux effets néfastes des changements climatiques, à l'accroissement des populations humaines et animales et aux pratiques traditionnelles qui ne permettent pas la restauration des ressources naturelles.

Les observatoires du Baoulé, de Sikasso et du Delta Central du Niger sont caractérisés par l'association des activités agricoles et d'élevage sont ceux du Baoulé. Au niveau des exploitations, il existe une forte intégration de ces deux activités : le taux d'utilisation de la fumure organique excède les 70%, L'intégration n'est pas très évidente dans l'observatoire de Bourem, car c'est une zone à dominante pastorale.

2. Niveau des équipements et infrastructures

Sur les plans socio-sanitaires et éducatifs, des infrastructures existent, mais avec le rythme rapide d'accroissement des populations, elles sont en deçà du nombre optimal pouvant garantir à tous, un accès sûr et certain à ces services.

Le cadre de vie n'est pas très agréable (cf. Tableau N°4 ci-dessous). La pauvreté frappe la majorité des exploitations qui sont déficitaires sur le plan alimentaire, voir nutritionnel. Les points d'eau permanents sont insuffisants, l'éclairage électrique est un luxe. Les radios et téléviseurs existent, mais pas dans toutes les exploitations. Les moyens de transport demeurent les vélos et les mobylettes sur des routes impraticables à certaines périodes de l'année (Saison des pluies). En effet, l'accessibilité aux villages n'est pas chose aisée à cause de l'état des pistes rurales.

Tableau N°4 : Le niveau d'équipements et les infrastructures dans les observatoires du DNSE/Mali

Indicateurs	Observatoires			
	Baoulé	Sikasso	Delta Central du Niger	Bourem
Taux équipement en charrue	88%	89%	41%	15%
Taux équipement en tracteur	1%	0%	0%	0%
Taux équipement en multiculteur	79%	82%	0%	0%
Taux équipement en semoir	79%	63%	0%	1%
Taux équipement en motopompe	96%	58%	0%	0%
Taux équipement en charrette	81%	109%	35%	0%
Taux équipement en gaz butane	22%	11%	3%	0%
Taux équipement en solaire	1%	7%	1%	5%
Nombre de centre de santé	7	8	3	8
Nombre de foire hebdomadaire	7	8	7	7
Nombre d'écoles primaires	27	128	6	29
Nombre de salles de medersa	7	38	7	21
Nombre de banque de céréale	7	6	2	5
Puits à grand diamètre	-	-	42	52
Nombre de parcs de vaccination	2	11	3	11

Source : Rapport Etude socio-économique dans les Observatoires du DNSE/Mali (Cissé et Koné, 2010)

En termes d'équipements agricoles, les observatoires situés au Sud du Mali (Baoulé et Sikasso) ont un très bon niveau d'équipement (cf. tableau N°4). Par contre, les observatoires du Nord ont surtout des équipements pastoraux. Ce qui confirme la vocation économique et pastorale de ces deux entités géographiques.

Par ailleurs, la réalisation des infrastructures de base (centre de santé, écoles...) est presque la même dans tous les observatoires.

3. Niveau de vie dans les observatoires

L'étude du niveau de vie est approchée par deux indicateurs, en l'absence de données sur les revenus : le taux d'exploitations autosuffisantes, le taux d'autoconsommation des produits (cf. tableau N°5 ci-dessous)

Tableau N°5 : Informations sur le niveau de vie dans les observatoires du DNSE/Mali

Indicateurs	Observatoires			
	<i>Baoulé</i>	<i>Sikasso</i>	<i>Delta Central du Niger</i>	<i>Bourem</i>
Utilisation de la main-d'œuvre salariée	28%	21%	89%	0%
Taux d'autoconsommation des produits	95%	86%	100%	76%
Taux d'exploitations autosuffisantes	29%	40%	2%	13%

Source : Rapport Etude socio-économique dans les Observatoires du DNSE/Mali Avril 2010

A l'exception de l'observatoire de Bourem, il est à noter une utilisation de la main d'œuvre salariée dans tous les observatoires. Elle est très prononcée dans l'observatoire du Delta Central du Niger.

Les produits sont autoconsommés dans la majorité des exploitations, mais en général celles-ci ne sont pas autosuffisantes. La situation de l'autosuffisance est particulièrement critique dans les observatoires du Delta Central du Niger et de Bourem : respectivement de l'ordre de 2% et 13%.

4. Utilisation des ressources naturelles

Le bois continue toujours à être la principale source d'énergie pour la cuisson des repas (voir tableau N°6 ci-dessous). La collecte du bois se fait souvent très loin des habitations, et il coûte cher. Il en est de même pour le bois de service ou bois d'œuvre si ces types existent. Le charbon de bois est généralement confectionné pour la vente. Malgré toutes ces contraintes de disponibilité en source d'énergie, l'utilisation des foyers améliorés pour économiser l'énergie, n'est pas une pratique totalement adoptée dans les observatoires. Les habitudes ou pratiques traditionnelles sont ancrées dans les mentalités, ce qui n'aide pas l'environnement biophysique dans lequel les populations évoluent.

Tableau N°6 : L'utilisation des ressources naturelles dans les observatoires DNSE Mali

Indicateurs	Observatoires			
	<i>Baoulé</i>	<i>Sikasso</i>	<i>Delta Central du Niger</i>	<i>Bourem</i>
Utilisation de foyers améliorés	69%	41%	55%	61%
Utilisation du charbon	0%	0%	67%	82%
Approvisionnement en bois de chauffe à partir du terroir	100%	100%	90%	90%
Approvisionnement en produit de chasse à partir du terroir	100%	0%	0%	0%

Source : Rapport Etude socio-économique dans les Observatoires du DNSE/Mali (Cissé et Koné, 2010)

La chasse et la cueillette contribuent beaucoup à la lutte pour la survie (viande de brousse, fruits, feuilles, racines, rameaux, lianes, etc. pour les médicaments traditionnels, construction d'enclos, de hangars, de maisons). Elle est uniquement pratiquée dans l'observatoire du Baoulé.

On note aussi la présence de superficies forestières et de bosquets villageois. Les superficies aménagées résultent de la mise en œuvre de projets de développement. Ces aménagements contribuent à l'approvisionnement en bois de chauffe dans les observatoires.

5. Organisations socioprofessionnelles des communautés

Il existe beaucoup d'associations, de coopératives et de syndicats qui opèrent plutôt pour la défense des intérêts des groupes dans d'autres domaines. Leur présence est une bonne chose quand ils arrivent à intégrer la protection de l'environnement et la gestion rationnelle des ressources naturelles dans leurs activités.

Tableau N°7 : Les organisations socioprofessionnelles dans les observatoires DNSE Mali.

Types d'organisations	Nombre d'organisations dynamiques par Observatoire			
	Baoulé	Sikasso	Delta Central du Niger	Bourem
ONG	13	7	16	72
Associations	38	38	33	79
Coopératives	14	34	4	10
Syndicats	2	2	2	1

Source : Rapport Etude socio-économique dans les Observatoires du DNSE/Mali (Cissé et Koné, 2010)

Les formes associatives les plus couramment rencontrées sont les ONG, les associations et les coopératives. Les Associations sont les plus fréquentes et les plus nombreuses dans les observatoires. Toute fois, l'observatoire de Bourem semble le plus doté en organisations socioprofessionnelles, suivi du Baoulé, de Sikasso et du Delta Central du Niger.

6. Stratégies d'adaptation dans les observatoires

Les stratégies d'adaptation sont approchées à travers les migrations et les transferts qui en sont issus. La situation est donnée dans le tableau N° 8 suivant.

Tableau N°8 : Stratégies d'adaptation des populations dans les observatoires du DNSE/Mali

Indicateurs	Observatoires			
	Baoulé	Sikasso	Delta Central du Niger	Bourem
Taux de migrants sur l'observatoire	38%	11%	26%	26%
Transferts d'argent à partir de l'extérieur du Mali	360 685 Fcfa	97 500 Fcfa	160 000 Fcfa	101 61 Fcfa
Transfert annuel d'argent à partir de l'exode (Mali ou autres pays d'Afrique)	79 290 Fcfa	74 000 Fcfa	78 846 Fcfa	66 081 Fcfa

Source : Rapport Etude socio-économique dans les Observatoires du DNSE/Mali (Cissé et Koné, 2010)

Les ressources monétaires envoyées par les migrants ne sont pas suffisantes pour assurer le bien être des exploitations qui les reçoivent, encore moins celui de la communauté villageoise toute entière.

Le phénomène de la migration est connu dans tous les observatoires. Il est beaucoup plus accentué dans l'observatoire du Baoulé avec 38%. En effet l'immigration est une culture dans cette zone. Les ressortissants immigrer un peu partout dans le monde (Afrique, Europe, Asie...)

Aussi, les exploitations enquêtées dans cet observatoire reçoivent annuellement plus d'argent de l'extérieur suite aux transferts d'argent.

Conclusion

Malgré les succès remportés sur certains plans, il existe encore beaucoup de défis à relever. En effet, la participation ou la forte implication des collectivités territoriales décentralisées et des populations dans la protection de l'environnement doit être acquise. Pour y parvenir, il est indispensable de renforcer les capacités des collectivités territoriales et des organisations villageoises partenaires, au travers d'un important programme d'information, éducation et communication.

Les indicateurs socio économique minimums ainsi renseignés constituent une bonne référence pour le suivi de la situation environnementale des observatoires du Dispositif National de Surveillance Environnementale du Mali. Il revient à l'Agence de l'Environnement et du Développement Durable (AEDD) et à ses partenaires de procéder à leur large diffusion afin de permettre leur utilisation dans la planification du développement et dans les rapports sur les Accords Multilatéraux sur l'Environnement (AME).

Avant cette diffusion, il faut noter que ces indicateurs et l'ensemble des résultats de la Surveillance environnementale ont déjà permis d'illustrer certaines situations dans le Rapport National 2009 sur l'état de l'environnement au Mali.

L'un des résultats les plus attendus restent l'utilisation des informations dans la planification du développement au niveau local, notamment dans les Programmes de Développement Economique Social et Culturel des communes rurales couvertes par les observatoires du Dispositif National de Surveillance Environnementale.

Références

- Cissé Y., Koné B. 2010. *Rapport d'Etude Socio-Économique dans les Observatoires pour la campagne de collecte de données 2009-2010*. Bamako : Dispositif National de Surveillance Environnementale du Mali (DNSE/Mali).
- Dembélé F., Karembe M., Yossi H., Diakité C.H.H. 2009. *Rapport d'Etude portant sur l'état de référence des Observatoires du dispositif*. Bamako : Dispositif National de Surveillance Environnementale du Mali (DNSE/Mali).
- DNSI. Direction Nationale de la Statistique et de l'Informatique. 2003. *Enquête malienne d'évaluation de la pauvreté EMEP 2001-2002 : résultats bruts*. Bamako : DNSI. 128 p
- INSTAT. Institut National de la Statistique, BCR. Bureau Central du Recensement. 2009. *4eme Recensement Général de la Population et de l'Habitat du Mali- R.G.P.H.2009. Résultats Provisoires*. 19 p
- Loireau M., Sghaier M., Ba M., Barrière C., Barrière Olivier (collab.), Delaître E. (collab.), D'Herbès Jean-Marc (collab.), Hadeid M. (collab.), Hammoudou M. (collab.), Ikowicz A. (collab.), Leibovici D. (collab.), Pédurthe S. (collab.). 2005. *Guide R OSELT/OSS pour l'évaluation et le suivi des pratiques d'exploitation des ressources naturelles* [en ligne]. Montpellier : ROSELT. 133 p. (Collection ROSELT / OSS, Contribution Technique, n. 2). [Consulté en janvier 2012].
http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers10-02/010036812.pdf
- Ministère de l'Environnement et de l'Assainissement. 2010. *Rapport national 2009 sur l'état de l'Environnement au Mali*. Mali : Ministère de l'Environnement et de l'Assainissement. 142 p.
- Wikipedia. *Démographie du Mali* [En ligne]. [Consulté en janvier 2012]
http://fr.wikipedia.org/wiki/Démographie_du_Mali

Annexe

Suivi socio-économique sur les observatoires locaux

Données	Pas de temps	Echantillon / échelle et Outils
Population		
Villages Hameau Et leur population résidente	Etat de référence (tous les 5 ans)	Recensement Observatoire
Population résidente	Annuel	Recensement Observatoire / ou échantillon représentatif
Population agricole Population résidente ou totale	Annuel	Recensement Observatoire ou Enquêtes ménages Echantillon /Observatoire
Population totale Surface de l'observatoire en ha	Annuel	Recensement Observatoire
Population scolarisée Population résidente ou totale	Annuel	Recensement Observatoire ou Enquêtes ménages

ou Population de plus de 6 ans		Echantillon /Observatoire
Population en activité	Annuel (saison agricole au Sahel)	Recensement Observatoire ou Enquêtes ménages Echantillon /Observatoire
Revenu monétaire déclaré Production agricole Cheptel Prix associés	Annuel	Enquêtes ménages Echantillon /Observatoire
Nb Ménage équipés	Annuel	Enquêtes ménages Echantillon /Observatoire
Points d'eau permanents	Etat de référence ; actualisation tous les 5 ans	Recensement GPS Observatoire
Tracteurs Charrues attelée	Etat de référence ; actualisation tous les 5 ans	Recensement Ou enquêtes ménages Echantillon /Observatoire
Marchés	Etat de référence ; actualisation tous les 5 ans	Recensement GPS Observatoire
Collèges Ecoles primaires	Etat de référence ; actualisation tous les 5 ans	Recensement GPS Observatoire
Postes de santé	Etat de référence ; actualisation tous les 5 ans	Recensement GPS Observatoire
Parc vaccination	Etat de référence ; actualisation tous les 5 ans	Recensement GPS Observatoire
forages	Etat de référence ; actualisation tous les 5 ans	Recensement GPS Observatoire
Km de routes sur l'observatoire	Etat de référence ; actualisation tous les 5 ans	Recensement Observatoire
Activité principale Activité secondaire	Annuel	Enquête ménage : quelle sont vos activités par ordre décroissant d'importance ? Echantillon / Observatoire

Surface agricole par exploitation et Population totale de l'échantillon Ou Surface agricole totale sur l'observatoire et population totale résidente	Annuel	Observatoire Ou Enquête ménage Echantillon / Observatoire
Consommation en céréales et production en céréales Prix des céréales	Annuel	Enquêtes ménages Echantillon / Observatoire
Nombre de personnes de la famille travaillant dans l'exploitation Nombre de salariés employés dans l'exploitation	Annuel	Enquêtes ménages Echantillon / Observatoire
Nombre de cheptel	Annuel	Recensement Observatoire
Donnée dérivée Nombre de cheptel Nombre de ménages	Annuel	Recensement Observatoire
Cheptel par exploitation	Annuel	Enquêtes ménages Echantillon
Cheptel, type de cheptel	Annuel	Enquêtes ménages Echantillon
Nb de cheptel sur parcours cheptel total	Annuel	Enquêtes ménages Echantillon
Surfaces nouvellement mises en culture	Annuel	Enquêtes ménages Echantillon
Surface agricole en ha	Annuel	Recensement / Observatoire ou Enquêtes ménages / Echantillon
Distance du lieu d'exploitation principal au lieu d'habitation	Annuel	Enquêtes ménages Echantillon / observatoire
Usages des ressources naturelles		
Nb de cheptel en UBT Nb d'ha sur l'observatoire	Annuel	Enquêtes ménages Echantillon / observatoire
Prélèvement en bois-énergie par ménage	Annuel et saisonnier	Enquêtes ménages Echantillon / observatoire Pesée du bois ramassé sur un échantillon réduit de ménages à intervalles réguliers
Cheptel	Annuel	Enquêtes ménages Echantillon / observatoire

Usage médicinal et aromatique des plantes	Annuel	Enquêtes ménages Echantillon / observatoire
Approvisionnement en bois-énergie de l'observatoire vers une localité proche		Recensement Observatoire
Prélèvement en kg par MS du cheptel Productivité en MS sur l'observatoire	Annuel et saisonnier	Enquêtes ménages Pesée du fourrage consommé sur un échantillon réduit à intervalles réguliers Echantillon / observatoire
Adaptation		
Nb de membres en émigration permanente / ménage Population totale sur l'observatoire	Annuel	Enquêtes ménages Echantillon / observatoire
Nb de membres en émigration permanente / ménages	Annuel	Enquêtes ménages Echantillon
Nb de membres en émigration saisonnière/ménages	Annuel	Enquêtes ménages Echantillon
Nb Ménages recevant des transferts Nb ménages total de l'échantillon	Annuel	Enquêtes ménages Echantillon
Superficies cultivées lors des cinq dernières années pluvieuses Superficies cultivées lors des cinq dernières années sèches	Sur des périodes de 10 ans	Recensement Observatoire
Activité agricole (sens large) Activité non agricole (sans lien avec les ressources naturelles)	annuel	Enquêtes ménages Echantillon
Institutions		
Nb de communes rurales Nb de préfectures Nb de sous-préfectures Nb de chefferie traditionnelles et degré	Etat de référence tous les cinq ans	Recensement Observatoire GPS
Nb de projets concernant le développement rural, et la GRN	Annuel	Recensement Observatoire Et Enquêtes ménages/ Echantillon

Notes

$$^1n = \frac{(1.96)^2 * N}{(1.96)^2 + L^2 * (N - 1)}$$

n = taille optimale de l'échantillon, N = taille de l'univers ;

L^2 = largeur de la fourchette exprimant la marge d'erreur

Plus la largeur de la fourchette est élevée, plus l'échantillon est faible et vice-versa. En d'autres termes, il faut des échantillons plus larges pour des marges d'erreur plus faibles.

D'une approche conceptuelle à la production d'outils d'aide à la décision

Mondher Fetoui*, Mongi Sghaier*, Maud Loireau**, Pierre Dérioz**, Farah Chouikhi*

* Institut des Régions Arides (IRA), Médenine (Tunisie)

** UMR Espace-Dev 228 Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Maison de la Télédétection, 500 Rue J.F. Breton, 34093 Montpellier Cedex 05 (France)

Résumé. La persistance/aggravation de la désertification dans les zones arides tunisiennes (Sghaier et al., 2007), ainsi que l'insuffisante connexion entre le monde scientifique et de la décision (Ouessar et al., 2006 ; Fetoui, 2011), ont fait émerger chez les acteurs du développement et les gestionnaires de ressources, une demande croissante en matière de développement d'outils opérationnels capables de produire des informations spatialisées adaptées à la prise en compte de la diversité des processus de désertification sur un même territoire.

Or, la difficulté à comprendre la désertification dans ces zones se manifeste dans les interactions complexes entre les dynamiques socioéconomiques et biophysiques à différentes échelles spatiales et temporelles. L'apport de ce travail réside tant dans les avancées sur la compréhension des causes et processus, que dans la proposition d'approches systémiques (climat-homme-espace-ressources), géographiques (paysage) et multi-acteurs, associées à des méthodes (modèles et outils) reproductibles, pour l'évaluation et le suivi (indicateurs) des risques de désertification, en lien avec leurs déterminants interactifs, à une échelle territoriale.

Le paysage, en tant que source d'information et instrument (Dérioz, 2008), est au cœur de ce travail. Ce dernier a conduit à i) l'élaboration des indices de risque de désertification par intégration spatiale des fonctionnements biophysiques et socioéconomiques à travers la modélisation ii) la compréhension et la comparaison entre types paysagers des risques et de la part respective prise par les causes socioéconomiques et biophysiques, et iii) la proposition de méthodes/outils visant à mieux évaluer les actions de lutte déjà mises en œuvre, cibler les futures actions et suivre la désertification.

Cet article valorise et synthétise les résultats obtenus dans le cadre du programme ROSELT/OSS (Loireau et al., 2004 ; Loireau et al., 2007) et de la thèse de Mondher Fetoui (Fetoui, 2011). Ces résultats ont traité le passage de la compréhension de la désertification (à travers des approches conceptuelles) vers la production d'outils d'aide à la décision (pour l'orientation d'actions et le suivi de la désertification). Ils ont tous été élaborés dans l'interdisciplinarité et avec la mobilisation des acteurs/décideurs de la gestion durable des territoires pour augmenter leur utilité dans les programmes de lutte contre la désertification et assurer un meilleur ancrage entre recherche et décision, pour valoriser les observatoires de l'environnement et leur donner un rôle d'appui aux politiques publiques.

Mots clés. Désertification - interactions/dynamiques – territoire – paysage – modélisation – intégration – indicateur - multi-acteurs - aide à la décision - zones arides - Tunisie.

From a conceptual approach to the production of decision support tools

Abstract. *The persistence / aggravation of desertification in Tunisian arid zones (Sghaier et al., 2007), and the insufficient connection between science and decision making (Ouessar et al., 2006; Fetoui, 2011), led to a growing demand to develop operational tools capable of producing spatial information adapted to the diversity of desertification processes within a given territory.*

The difficulty in understanding desertification in these zones is reflected in the complex interactions between socio-economic and biophysical dynamics at different spatial and temporal scales. This work advances our understanding of the causes and processes of desertification and proposes a systemic (climate-human-space-resource: CHER), geographical (landscape) and multi-actor approaches combined with reproducible methods (models and tools) for the assessment and monitoring (indicators) of the risk of desertification, according to its interactive determinants on a territory scale.

Both as a source of information and as a tool (Dérioz, 2008), the landscape is at the core of this work which resulted in i) the development of indexes of desertification risk (based on spatial integration of biophysical

and socio-economic functioning through modeling), ii) the understanding and comparison of risks and their respective causes according to the type of landscape, and iii) three new approaches / methods / tools to better assess actions already implemented to combat desertification, to better target future actions, and to improve monitoring of desertification.

This article summarizes and draws lessons from results obtained in the framework of the ROSELT / OSS project (ROSELT / OSS, 2004; Loireau et al., 2007) and the thesis of Mondher Fetoui (Fetoui, 2011). The results range from an understanding of desertification processes (using conceptual approaches) to the production of tools for decision support (for the orientation of action and monitoring of desertification). They were all developed using an interdisciplinary approach and mobilized actors / decision makers in the sustainable management of territories to increase their usefulness in programmes to combat desertification, to evaluate environmental observatories and give them a role in supporting public policies.

Keywords. Desertification - Sustainable Development - Interactions / dynamics - Territory - Landscape - Typology - Modeling- Integration- Indicators - Multi-actors - Decision Support - Drylands - Tunisia.

Introduction

Complexité du phénomène de désertification dans les zones arides tunisiennes et exigence d'un développement durable : quelle compatibilité ?

Les populations qui vivent dans les zones arides tunisiennes, leurs activités, leurs pratiques et leurs usages des ressources naturelles, les caractéristiques biophysiques locales, les contextes politico-économiques et environnementaux sont le résultat d'une coévolution complexe qu'il y a lieu de comprendre pour dégager des éléments pertinents d'évaluation de l'état de la désertification, envisager des trajectoires futures de cet état et accompagner la décision en matière de gestion durable des ressources naturelles.

Cette recherche menée sur les zones arides tunisiennes s'inscrit dans le prolongement direct des nombreux projets et programmes terminés ou en cours et questionne surtout le mot « complexité ». La prise en compte de la complexité des coévolutions nous paraît incontournable pour la gestion de la désertification. Nous voulons formaliser et éclairer cette complexité afin de révéler les lois qui gouvernent les différents facteurs en coévolution, mais aussi comprendre leurs interactions dynamiques et leurs effets sur la dégradation des terres et le développement durable.

Nous essayons donc d'étudier la problématique de désertification en prenant en compte dans l'espace les formes complexes et variées des relations entre l'Homme, à travers ses pratiques et ses usages, le climat et les ressources naturelles, pour contribuer de la sorte à aider les décideurs et les gestionnaires des ressources à lutter contre la désertification dans le cadre d'une bonne gouvernance environnementale.

Le souci de prendre pleinement en compte la complexité du phénomène de désertification nous conduit, au-delà des acquis des recherches antérieures, à expérimenter, à articuler et à développer différentes approches conceptuelles et méthodologiques, qui mobilisent de manière spécifique des outils existants, les adaptent si nécessaire, et amènent à proposer de nouveaux outils.

I – Approches systémique, géographique et intégrée pour mieux comprendre la complexité de désertification et mieux accompagner la décision

1. Un cadre systémique pour mieux appréhender le fonctionnement de la désertification : le système CHER

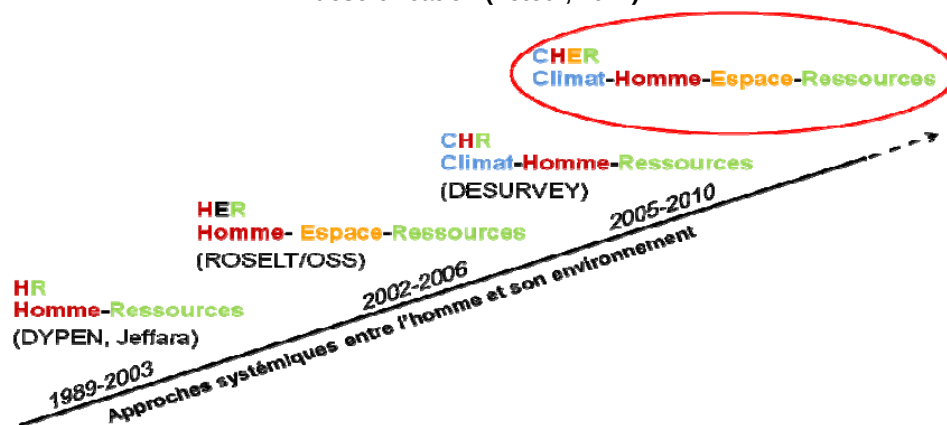
La recherche dans le cadre de ce travail part du postulat de base suivant : afin d'extraire de la complexité de la désertification, les logiques et les règles qui contrôlent et organisent les interactions « Homme-environnement » et leurs dynamiques dans le temps et dans l'espace, nous devons spécifier une approche systémique.

Les difficultés dans la compréhension du fonctionnement de la désertification résident dans la manière avec laquelle nous traitons le thème et dans le mode de gestion de l'information pour éclairer la complexité de ce fonctionnement. Ce constat nous a incité à considérer, dans notre travail de conceptualisation, tous les éléments concernés (causes de la désertification, ou éléments du processus lui-même) agissant dans un même espace et les liaisons et/ou processus qui les lient et ont des effets conjugués sur la désertification (conséquences). En fait, aucun des éléments n'est en lui seul responsable de ce phénomène de désertification ; il est multi-causal et dynamique. Il est le résultat d'un processus évolutif avec des échanges et des flux de matière entre les éléments biophysiques (naturels) et socioéconomiques (humains). Cette dynamique est menée par un ensemble d'interrelations des processus non linéaires et des mécanismes de rétroactions (Fetoui, 2011).

Au vue de toutes ces interactions, dynamiques et flux de matière, il est nécessaire de travailler avec une approche systémique, qui permette de décrire l'agencement des éléments en relation et en coévolution. Les réactions en chaîne, provoquées par la dynamique d'un élément spécifique du système, aident à décrire petit à petit toutes les interactions et par suite le phénomène de désertification.

Pour mieux comprendre la complexité des interactions entre l'Homme et son environnement, nous décidons ici de concevoir un cadre systémique qui révèle les interactions entre les quatre grandes catégories d'éléments sur lesquelles les programmes et projets de recherche tels que (DYPEN, Jeffara, ROSELT/OSS, et DESURVEY), qui ont été menés dans les zones arides tunisiennes, se sont appuyés pour décliner leurs approches systémiques entre l'homme et son environnement. Autrement dit, comme le montre la figure ci-dessous, à la dialectique Homme - Ressources reconnue par tous, nous ajoutons systématiquement l'Espace et le Climat. Nous baptisons ainsi notre cadre systémique, le système « CHER », pour « Climat-Homme-Espace-Ressource » (figure 1).

Figure 1 : Conceptualisation du système CHER pour mieux comprendre la complexité de désertification (Fetoui, 2011)



Source : Fetoui (2011)

Comme l'avait déjà initié le projet ROSELT, l'espace est considéré non seulement comme un support sur lequel interagissent l'Homme, les Ressources et le Climat et à travers lequel nous pouvons évaluer et suivre la désertification, mais aussi comme un élément à l'intérieur du système qui joue un rôle à part entière sur le comportement, les réactions, et représentations des autres éléments du climat, des ressources et de l'homme.

Pour le « Climat », plus encore que ne le conçoit l'approche déclinée dans DESURVEY comme intervenant extérieur (driving force) agissant sur un espace donné, nous le considérons comme élément de cet espace géré par des populations spécifiques (territoire) et sur lequel le processus de désertification sévit.

Les relations entre l'Homme et les Ressources se déclinent en représentations des ressources. L'homme cherche à augmenter la productivité du milieu en termes de ressources (naturelles ou agricoles) dans le but de satisfaire ses besoins. Selon les ressources disponibles notamment, il adapte ses règles d'accès, ses usages et pratiques d'exploitation, ses prélèvements. Malgré sa capacité d'adaptation, il peut cependant être amené à fragiliser les ressources.

Les relations entre l'Homme et l'Espace se déclinent aussi en représentations de l'espace. En fonction de celles-ci notamment, mais aussi de son histoire et de sa connaissance, l'homme définit des stratégies et modes d'occupation de l'espace. Il va adapter sa mobilité pastorale et agropastorale dans le but de satisfaire ses besoins d'espace. Il va intervenir, via des politiques publiques notamment, pour changer/adapter les règles d'accès à des espaces qu'il faut gérer, partager sur un même territoire. Les populations vont se répartir sur le territoire et les actions de l'homme vont être distribuées dans l'espace selon les règles qui auront été fixées. Par ces mécanismes, l'homme s'approprie et délimite des espaces définis pour ses diverses activités.

Les relations entre le Climat et les Ressources sont définies par les impacts du climat sur les ressources, qui peuvent augmenter la production des ressources ou au contraire fragiliser les ressources et leur production. Les ressources d'un territoire, végétales et en sol notamment, vont influencer le ruissellement et infiltration de l'eau précipitée. Elles vont également jouer un rôle sur le climat via le processus d'évaporation et d'évapotranspiration (l'albédo par exemple et son impact sur la pluviométrie locale).

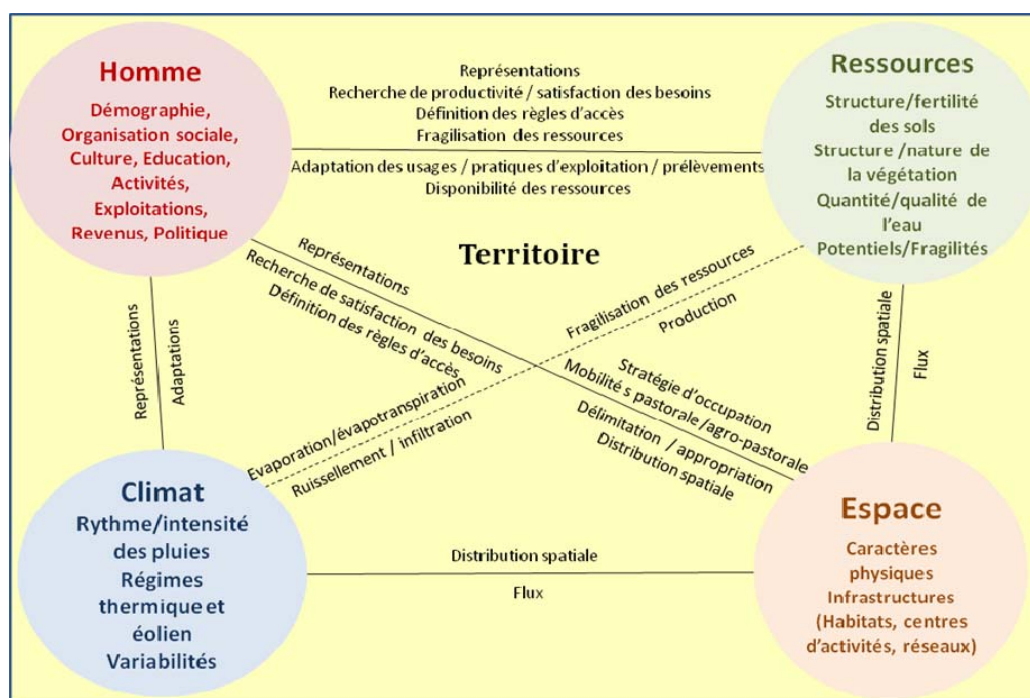
Les relations entre l'Espace et les Ressources, comme les relations entre l'espace et le climat se définissent essentiellement en termes de distribution spatiale des ressources et de flux.

Les relations entre l'Homme et le Climat se déclinent en termes de perceptions des variations climatiques temporelles et spatiales par les populations et les gouvernements, surtout dans les zones touchées par la désertification comme le cas des zones arides tunisiennes. Ces relations influent sur les stratégies de gestion et d'adaptation et les activités de l'homme en général. La dynamique de chaque sous-système « binaire » tel que décrit influence la dynamique des autres « sous-systèmes ».

Le système CHER tel que nous le concevons est considéré comme l'ossature conceptuelle sur laquelle nous nous appuyons pour comprendre le fonctionnement de la désertification dans les zones arides tunisiennes. Les grandes catégories (ou classes) d'éléments qui le composent sont donc le « Climat », l'« Homme », l'« Espace », et les « Ressources » naturelles. Ce sont les relations complexes entre ces éléments qui font du CHER un « système » ayant un dynamisme fort d'un point de vue spatial et temporel. La prise en compte de cette dynamique à l'échelle locale est nécessaire si nous voulons comprendre la complexité des interactions CHER. Le schéma ci-dessous illustre le système CHER, avec les quatre classes et leurs éléments constitutifs que nous retenons, mais aussi les relations entre les éléments (figure 2).

Le système CHER évolue dans le temps sans discontinuité, avec cependant des événements majeurs (perturbations, notamment la succession de plusieurs années de sécheresse). La résultante, à un moment donné, détermine les niveaux de risques et la vulnérabilité du système, que nous cherchons à évaluer.

Figure 2 : Système CHER (Fetoui, 2011)



Source : Fetoui (2011)

1. Un cadre géographique pour mieux accompagner la décision : le paysage

La réflexion « théorique » ou « fondamentale » doit amener à la concrétisation ou à une recherche « appliquée » dans l'objectif de mieux accompagner les politiques publiques. Nous passons donc de « l'espace théorique », utilisé comme élément du système CHER pour mieux comprendre les interactions, vers « le territoire fonctionnel » pour l'évaluation de la désertification et l'aide à la décision. Pour concrétiser ce passage, nous avons travaillé sur le « paysage » considéré comme la résultante matérielle sur un territoire, en partant de l'hypothèse qu'il permet de faire le lien entre la théorie (système CHER) et le concret (territoire) pour mieux comprendre les processus et les résultantes des interactions CHER dans le contexte de désertification et mieux accompagner les politiques publiques. Le choix de l'échelle territoriale pour l'analyse du problème de désertification permet donc d'être au plus près des préoccupations des politiques publiques dans leur lutte contre ce phénomène, sachant que cette échelle correspond à l'échelle des unités de gestion et de mise en œuvre des actions de lutte sur le terrain.

Le choix de recourir au paysage dans ce travail de recherche repose sur sa conception en tant qu'« outil » a) marqueur, dans les territoires, des dynamiques économiques, sociales et environnementales ; b) support expressif pour la modélisation des évolutions observées dans l'espace et dans le temps (Loireau et al., 2009) et c) base d'échange avec les acteurs sur leurs représentations du territoire.

Notre but est ainsi de comprendre le fonctionnement du système CHER à travers le paysage, mais aussi d'évaluer la résultante de ce fonctionnement dans le contexte de désertification dans le cas des zones arides tunisiennes. Source d'information non exclusive, à utiliser en interaction avec les analyses statistiques et la télédétection, le paysage peut fournir des indicateurs et, à travers leur suivi, enregistrer en continu les mutations territoriales (diachronicité des indicateurs). Parce qu'il traduit les caractéristiques et les dynamiques territoriales, il représente un outil dont l'usage peut être simple (observation directe) ou plus complexe (modélisations).

2. Approches spatiales et intégrée, multidisciplinaires et multi-acteurs

Notre démarche s'appuie sur le paysage pour aider à spatialiser de façon simple et récurrente un certain nombre de données estimées d'importance pour évaluer la situation environnementale liée à la dégradation des terres et qualifier le risque de désertification.

Le travail consiste à confronter différents types de plans d'information spatiale pour une meilleure compréhension des mécanismes d'ensemble du système territorial, mais aussi à distinguer les déclinaisons locales spécifiques de ce système, incarnées sur le terrain par des types paysagers distincts. En tant que modèle de référence associant une physionomie identifiable du territoire à des modalités particulière de son fonctionnement socio-environnemental, le type paysager permet l'évaluation et le suivi de la désertification à l'échelle locale, comme l'orientation des décisions des acteurs à différents niveaux.

Il s'agit d'intégrer les informations sur les fonctionnements socioéconomiques et biophysiques dans chaque type paysager (ou zone fonctionnelle pour l'accompagnement des politiques publiques) pour en déduire la résultante des interactions dynamiques CHER sur les ressources naturelles. Ce travail consiste, en premier lieu, à migrer vers une échelle plus fine (à l'échelle de l'ha) pour l'analyse des interactions à l'échelle locale. C'est une « reconstruction des paysages » à travers la modélisation environnementale SIEL, qui permet, par intégration successive des fonctionnements socioéconomiques et biophysiques d'élaborer des indicateurs géostatistiques de risque de désertification sur des unités spatiales de référence (USR). Ce

modèle a été choisi car il représente un ensemble de moyens (humains, informatique) permettant de caractériser l'état et la dynamique d'un territoire, en référence aux problèmes environnementaux et au développement économique et social. Grâce à ce modèle, il est plus facile d'intégrer et de gérer des données spatialisées de type biophysique (généralement quantitative) et socioéconomiques (généralement qualitative), des séries chronologiques, des modèles mathématiques complexes (géostatistiques), des images aériennes et satellitaires (télédétection) et enfin des processus de simulation dynamique (scénarisation). C'est un outil d'intégration et de traitement de l'information sur l'environnement, vers des produits communs d'aide à la décision (indicateurs spatialisés des risques de désertification, scénarios prospectifs) (Loireau, 1998 ; Loireau et al., 2004 ; Loireau et al., 2007).

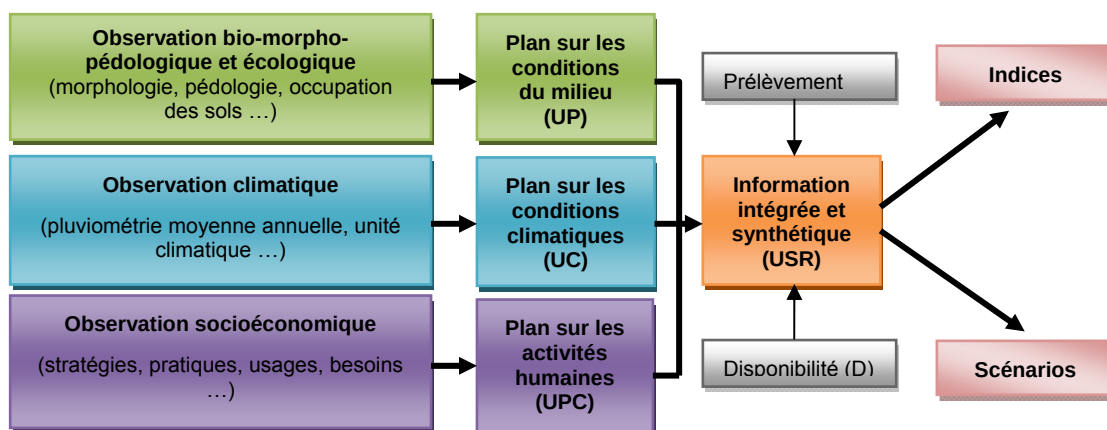
Les informations produites vont être superposées avec le zonage fonctionnel pour l'accompagnement des politiques publiques (types paysagers) et ainsi qualifier et quantifier les risques liés aux usages multiples des ressources naturelles au niveau des territoires. Nous tentons donc de spatialiser les phénomènes, de les évaluer au plan quantitatif et d'apprécier localement, sur les types paysagers, leurs intérêts et leurs modalités. Selon cette démarche, chaque type paysager sera pris comme un révélateur des états localisés spécifiques, renvoyant aux interactions CHER qui le produisent.

La modélisation spatiale intégrée SIEL mobilise le paysage comme résultante de la dynamique du système interactif que l'on peut recréer et représentée spatialement à l'issue d'une formalisation et mise en équation des règles géospatiales des dynamiques interactives hommes/milieus. Elle permet de structurer le territoire en USR, sur lesquelles sont calculés des indicateurs de vulnérabilité des ressources (notamment la phytomasse épigée) face aux usages multiples de ces ressources. Ces indicateurs spatialisés sont ainsi construits à partir de l'intégration spatiale des règles de répartition des pratiques et des usages des ressources avec les conditions biophysiques locales et la disponibilité des ressources. Les USR sont issues de l'intersection entre trois plans géographiques construits préalablement. Le premier plan cartographie (télédétection, SIG) les ressources dans des unités pédo-paysagères (Land Cover : UP) et exprime le fonctionnement des systèmes écologiques en place à travers leurs niveaux de production des ressources (inventaire au sol et images satellitaires). Le deuxième plan délimite (modèles de spatialisation) des unités sur lesquelles s'associent plusieurs pratiques d'exploitation, les unités de pratiques combinées (Land Use : UPC). Il exprime les stratégies des sociétés à travers leurs niveaux d'intervention (artificialisation) sur les ressources (enquêtes). Le troisième plan délimite des unités climatiques correspondantes à des espaces homogènes du point de vue climatique. Ces unités climatiques (UC) correspondent à des unités de l'espace recevant les mêmes quantités moyennes de pluie sur une période de plus de trente ans, ce qui génère une production bien déterminée des ressources et des adaptations spécifiques des exploitants (logique spécifique d'occupation des sols, de stratégies de production, d'usage des ressources). Les USR font ainsi « référence » aux systèmes biophysiques et socio-économiques, producteurs des paysages.

Notre démarche générale d'évaluation du risque de désertification s'intéresse aux principales ressources (végétation, sol, eau) et aux trois usages (agricole, pastoral, forestier) caractéristiques des zones rurales arides. Le travail dans le cadre de cette recherche met la priorité sur la végétation sur pied (phytomasse épigée), étant donné sa sensibilité à la dégradation au regard des pratiques des groupes d'exploitants dans la zone d'étude, et le rôle majeur de cette dégradation dans le processus de désertification. Pour le cas des autres ressources naturelles, notamment l'eau et le sol, il serait plus approprié, selon notre point de vue, de se baser sur d'autres démarches et d'autres perceptions de ces espaces communs. La vulnérabilité des ressources est évaluée ainsi sur les USR sous forme d'indices par type d'usage en faisant le rapport entre la disponibilité des ressources D, et le prélèvement P, ou d'indices multi-usages en combinant les rapports entre P et D pour tous les usages (figure 3). Enfin, en utilisant les paramètres de conduite de la modélisation tels que la population, les variables de calcul des besoins de productions, les conditions climatiques, il est possible de

prévoir, selon des scénarios des évolutions prédéfinis, les indices de pression (ou de vulnérabilité des ressources) établis sur les USR.

Figure 3 : Dispositif d'observation multidisciplinaire et intégration des plans d'information biophysique et socioéconomique



Source : adapté de Loireau, (1998) ; Loireau et al., (2004) ; Fetoui, (2011)

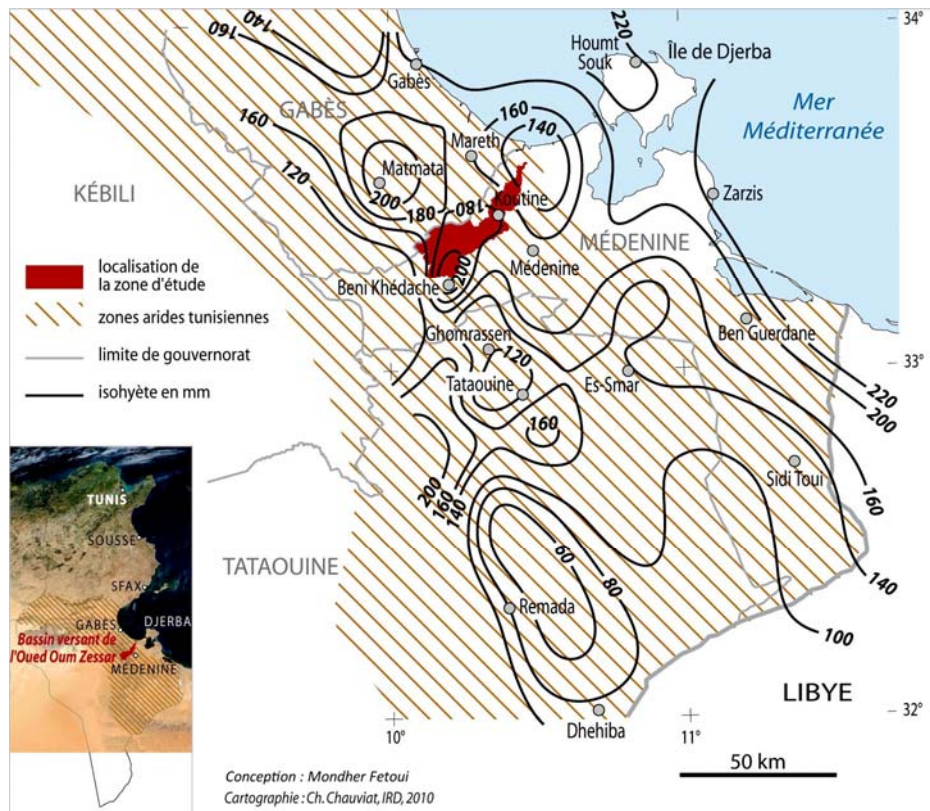
II – Application au cas du bassin versant de l'oued Oum Zessar (sud-est tunisien)

1. Présentation du territoire du bassin versant de l'oued Oum Zessar

Ce territoire fait partie de la grappe d'Observatoires des Zones Arides tunisiennes pour le Développement Durable (OZADD). Il est situé entre les parallèles de 33° et 33° 10' Nord, et les méridiens de 10° et 10°30' Est (figure 4). Il draine un bassin versant de 350 Km² de superficie et de 151 Km de périmètre (Ouassar et al., 2006). Dans cette forme étendue plus ou moins rectangulaire, se déploient des paysages variés. Des variations significatives du couvert végétal et des géofaciès peuvent être observées sur une courte distance : elles résultent de la diversité des influences climatiques (littorales, continentales, désertiques) liées à la situation géographique de ce territoire, mais aussi de celle des influences anthropiques sur le milieu, qui découlent de la variété des activités mais aussi de l'intensité plus ou moins forte des mutations socioéconomiques récentes (sédentarisation, privatisation des terres, recul de l'agropastoralisme et mise en valeur agricole, stratégies et programmes de lutte contre la désertification, libéralisation de l'économie, modernisation de l'agriculture et changements des modes d'usage et d'exploitation de l'espace pastoral, modes d'accès et d'usages des ressources naturelles...).

La zone est caractérisée par des sols généralement pauvres en matières organiques, dont la texture et la structure sont dans la plupart des secteurs sensibles à l'érosion éolienne et hydrique. La végétation naturelle est généralement de type chaméphyte. Elle est souvent éparse, rabougrie et clairsemée. La population de cette zone est estimée, d'après le recensement de 2004, à 24188 habitants. Le nombre des familles est de 4728 avec une taille de famille moyenne de 5,11. La vulnérabilité des ressources et les risques de désertification dans ce territoire sont attestés par des formes d'érosion, aussi bien hydrique qu'éolienne.

Figure 4 : Localisation géographique du bassin versant de l'oued Oum Zessar



2. Typologie des paysages : zonage fonctionnel pour la décision

Le travail de typologie paysagère est effectué en se basant sur les acquis de recherche, les supports cartographiques, l'inventaire systématique de transects sur le terrain, l'outil SIG et les enquêtes socioéconomiques. La lecture des paysages en fonction d'une même grille d'analyse débouche sur la partition de l'espace en unités distinctes : les paysages identifiés sont caractérisés par leurs types de végétation, leurs types de sol, par l'utilisation qui en est faite par l'homme, par leur "sensibilité" eu égard aux pratiques culturelles, aux spécificités biophysiques et aux agents de dégradation des terres. Le nombre et les états de ces variables, prises en compte isolément ou simultanément, sont volontairement limités de façon à obtenir par leurs combinaisons, un nombre de types paysagers, néanmoins représentatifs de tous les systèmes biophysiques et socioéconomiques en place. A l'échelle de ce seul bassin versant, l'extension sur la carte de différents types de paysage correspond à un zonage géographique d'amont en aval qui juxtapose des unités spatiales d'un seul tenant.

L'expertise des participants à la lecture des paysages (personnes ressources de la zone, chercheurs issus de disciplines différentes (écologie, géographie, agronomie, géologie...), décideurs techniques), a permis l'identification, l'élaboration et la validation de sept types paysagers (figure 5). Leur délimitation précise sur le terrain a été difficile à cause de problèmes d'accessibilité et d'enclavement de certaines zones, mais aussi des flux entre les divers paysages.

3. Diagnostics paysagers

Notre objectif ici est d'évaluer le risque de désertification dans le bassin versant de l'oued Oum Zessar et d'analyser la part respective des différentes causes anthropiques (via les activités agricoles, pastorales, forestières) et des conditions du milieu biophysique. Nous avons élaboré ainsi des diagnostics sur l'état et les causes de vulnérabilité de la phytomasse. L'outil utilisé (la modélisation SIEL) est adapté et développé pour qu'il tienne compte des aspects climatiques et corresponde à notre cadre systémique CHER. Nous tentons de démontrer qu'un même niveau de risque à un endroit ou à un autre peut avoir des causes différenciées, ce qui pourrait aider les politiques publiques dans leur lutte contre la désertification.

Les indices de risque des usages agricole, pastoral et forestier ont été calculés en confrontant les deux types d'information sur la disponibilité et les prélèvements de la phytomasse épigée utilisable. Le calcul des indices de pression des multi-usages a été réalisé en appliquant la moyenne arithmétique sur les indices de prélèvements forestier, agricole et pastoral.

Pour répondre à notre objectif d'accompagnement des politiques publiques dans leur lutte contre la désertification, nous devons revenir au premier niveau d'observation qui considère les types paysagers comme des zones fonctionnelles pour l'accompagnement. Un travail de superposition des couches d'information sur les risques des multi-usages des ressources (issus du SIEL) et les types paysagers a été effectué (figure 6). Ce travail permet d'étudier la répartition spatiale et comparer les niveaux des prélèvements (tous les usages confondus) par rapport à la disponibilité des ressources sur les types paysagers.

Les analyses montrent que les paysages les plus anthropisés sont les paysages de type 1 (l'entrée de l'oued Oum Zessar dans les sebkhas côtières), 2 (les cultures et les parcours steppiques autour de l'oued et des ravins affluents), 3 (le faisceau urbanisé de la route nationale GP 1) et 7 (le djebel, les parcours de versants et les jessour). Les superficies les plus affectées (risques forts à très forts) par ordre d'importance pour les différents types paysagers sont : paysage 7 (8533 ha), paysage 2 (5576 ha), paysage 5 (3642 ha), paysage 6 (3156 ha), paysage 3 (826 ha), paysage 4 (600 ha) et paysage 1 (546 ha).

Nous pouvons donner une première explication de cette différence d'importance de la pression sur les ressources d'un paysage à l'autre. A titre d'exemple, pour le paysage 1, l'activité d'élevage est très développée sur des terrains de parcours à végétation très lâche ou dans la plupart des cas halophiles servant essentiellement pour le pâturage de quelques dromadaires. Sur ce paysage, les sols sont très fragiles et l'action de défrichement suivie par un pâturage excessif provoque la disparition des espèces pérennes, la déstructuration et finalement la perte des sols par déflation (une zone très ventée). Les zones à risques très forts s'étendent sur 493 ha (47 % de la superficie totale de ce type paysager).

La situation sur le paysage 2 n'est pas aussi rassurante puisque 34 % des terres sont à risques forts (2312 ha) et 48 % à risques très forts (3264 ha). Les terres qui subissent des pressions faibles à moyennes peuvent facilement passer aux risques forts et très forts à cause de la fragilité des sols et la croissance démographique importante caractérisant ce type paysager. La dégradation dans ce type paysager se manifeste par une érosion régressive (incision sur les berges des oueds et recul de têtes de talweg), mais aussi un ensablement des tabias et des champs de culture.

Le paysage 4 préserve une quantité de phytomasse non prélevée considérable. Ceci lui confère une situation de loin plus rassurante que les autres types paysagers. Les terres, dont les prélèvements n'accèdent pas les 40 % de la disponibilité en phytomasse, s'étendent sur 80 % de la superficie totale de ce paysage. La forte pression sur les ressources ($P/D \geq 40\%$) s'exerce sur les parties mises en cultures dans les ravinements et les affluents de l'oued Oum Zessar (20 % de la superficie totale du paysage 4, soit 600 ha). Ce paysage 4 représente une zone peu occupée par la population et peu exploitée en domaine d'arboriculture et de

céréaliculture. L'action anthropique est alors limitée dans ce type paysager. Ceci explique l'état du couvert végétal qui est peu dégradé et l'intensité de l'ensablement qui est peu importante par rapport aux autres types paysagers. C'est un paysage où la dégradation n'est pas très accentuée.

Pour le cas du paysage 7, les terres qui ne subissent pas des pressions élevées sur leurs ressources sont celles qui sont localisées sur les hautes altitudes difficilement accédées par les éleveurs. Les terres des montagnes sont pour la plupart non aptes à la mise en culture sans confection d'aménagement de conservation des eaux et du sol. Ces contraintes font qu'une partie des terres de ce type paysager ne subissent pas des prélèvements importants (27 % de la superficie totale du paysage 7). Les parties caractérisées par un prélèvement important (risques forts à très forts) représentent 73 % de la superficie totale de ce type paysager (soit 8533 ha). Ces espaces sont généralement exposés à l'érosion hydrique à cause de leur morphologie (zones à pentes raides), du caractère torrentiel des pluies, mais aussi du faible entretien des aménagements de CES et du phénomène de migration. Les formes observées de ravinements et de berges d'oueds déstabilisées confortent ces assertions.

Figure 5 : Répartition spatiale des types paysagers dans le bassin versant de l'oued Oum Zessar

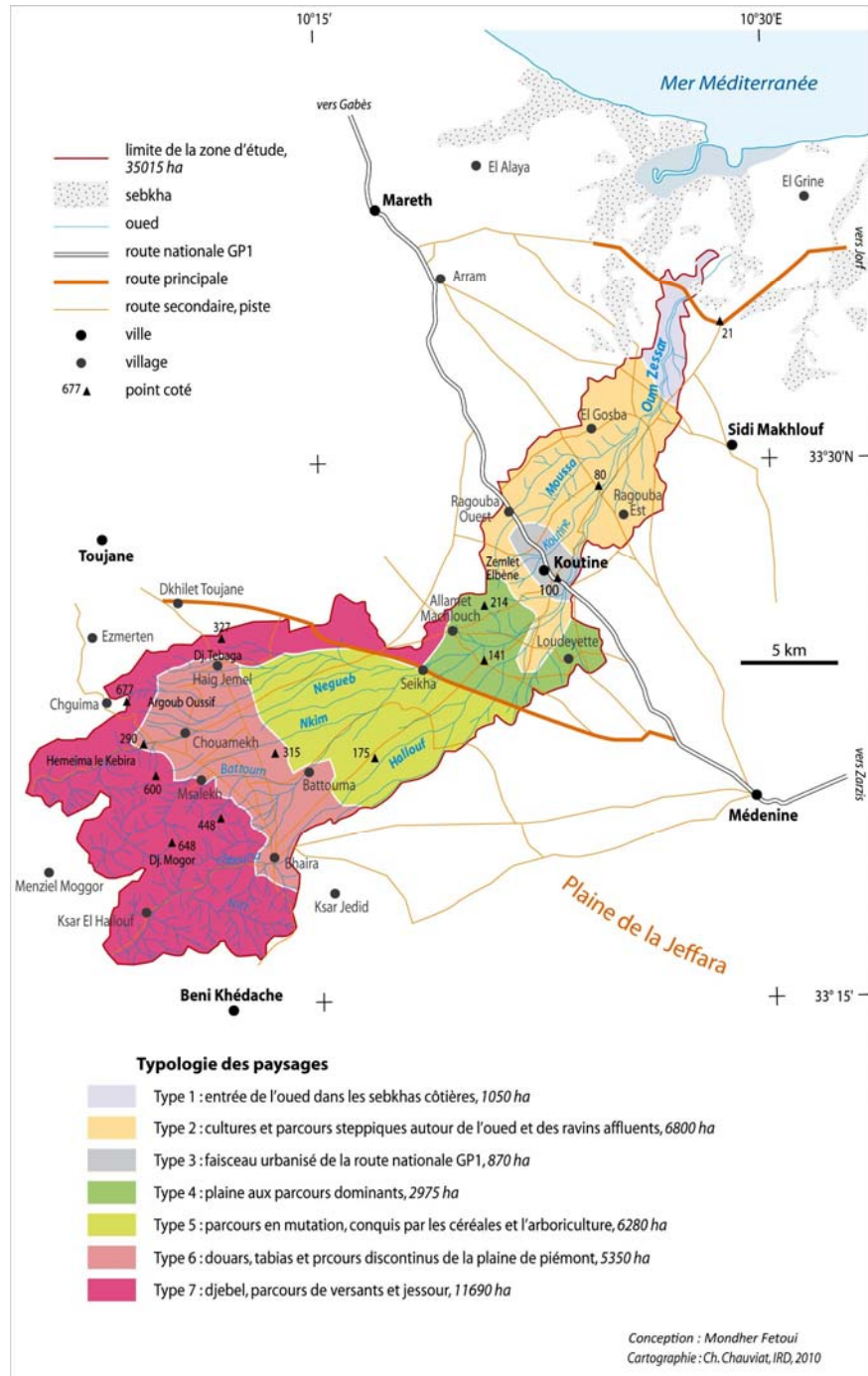
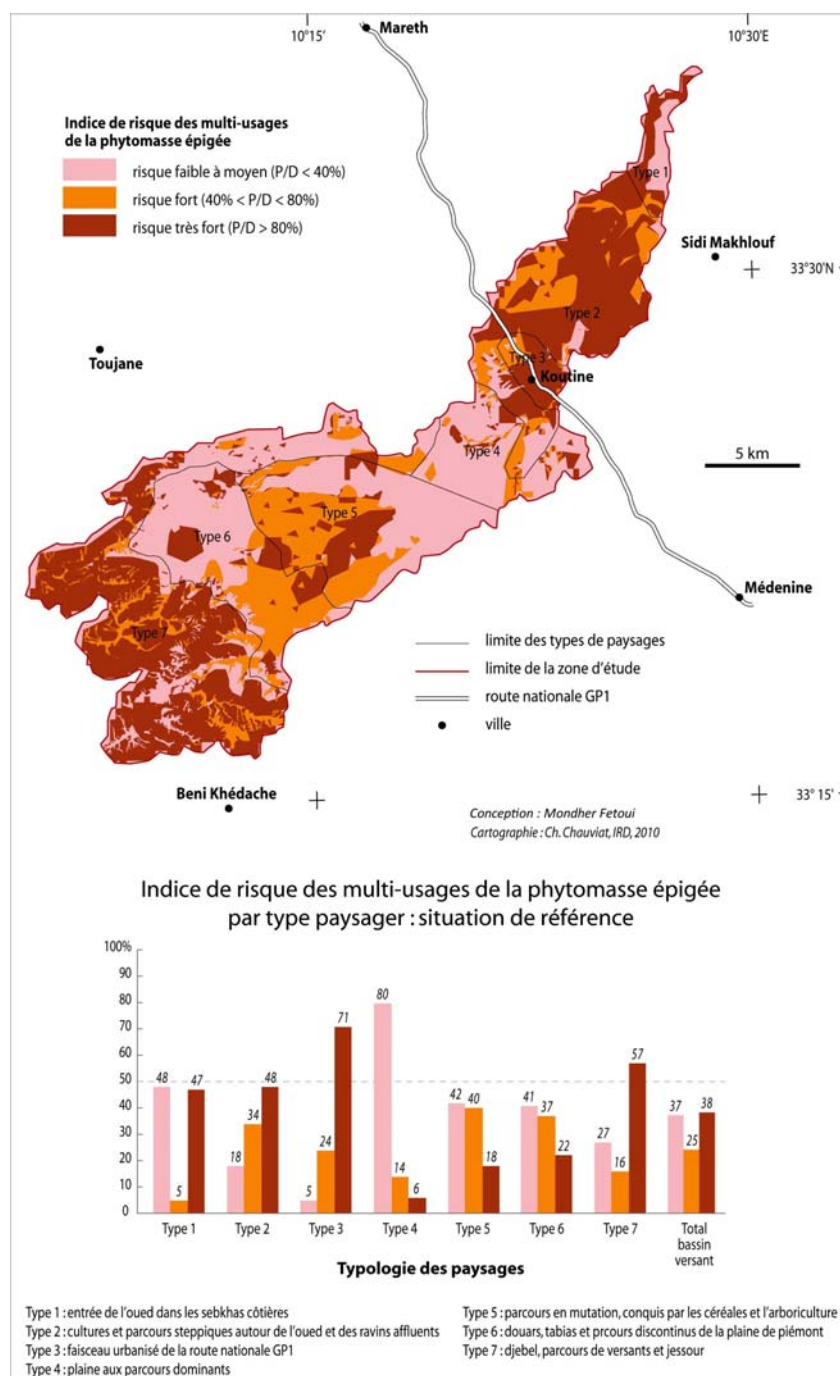


Figure 6 : Indice potentiel de risques des multi-usages de la phytomasse épigée utilisable



Conclusion

Cette recherche a insisté sur la compréhension des coévolutions entre l'usage des ressources, la fragilité des ressources et l'alternance du climat, à travers une approche systémique « Climat-Homme-Espace-Ressource » (CHER) qui tend à prendre en compte tous les types d'interactions qui régissent au sein du fonctionnement de la désertification. Nous avons donc essayé de forger cette assise conceptuelle pour la compréhension des processus de désertification dans les zones arides tunisiennes. La conception de ce système est dans la continuité de travaux antérieurs de recherche qui ont traité les interactions « Homme-environnement » à travers divers projets spécifiques dans le sud tunisien.

Nous ne prétendons donc pas représenter la réalité, mais l'analyse du fonctionnement des interactions dynamiques du système CHER étudié va passer par la construction d'« un modèle de la réalité » (abstraction de la réalité). Ce modèle doit être capable d'assurer la gestion, l'exploitation et l'analyse de l'information biophysique et socioéconomique relative à un espace. Les dynamiques des interactions CHER et l'état de l'environnement sont décrits, en effet, par les manifestations de dégradation observables ou non dans le paysage. La confrontation de différentes perceptions et représentations des acteurs et des disciplines avec la réalité des paysages permet de mieux comprendre leur dynamique. Cette confrontation renvoie à une analyse en profondeur des modèles d'organisation des pratiques et des usages dans l'espace et dans le temps, sous contraintes du climat et de la disponibilité des ressources et de leurs effets sur la dégradation des terres. Le recours au paysage, en tant que source d'information et qu'outil polyvalent, s'est avéré une voie pertinente pour effectuer cette analyse approfondie.

Le modèle choisi pour permettre l'intégration des fonctionnements socioéconomiques et biophysiques à l'échelle locale est le SIEL. Ce modèle se base sur une approche pluridisciplinaire combinant des savoirs et des compétences relatifs aux sciences liées à l'étude des processus biophysiques et socioéconomiques de désertification et à la modélisation environnementale du point de vue thématique (géographie, écologie du paysage) mais aussi informatique, statistique et mathématique.

Les résultats de la modélisation SIEL, adaptée et appliquée au cas du bassin versant de l'oued Oum Zessar, ont montré que les processus et les risques forts à très forts de désertification sont bien présents dans la zone (sur 62 % de sa superficie totale). L'importance de ces risques diffère d'un type paysager à un autre, ainsi que la part respective des causes anthropiques et des conditions du milieu biophysique. Ceci permet aux politiques publiques de cibler et adapter leurs actions de lutte contre la désertification dans le territoire.

Malgré la panoplie d'informations que peut fournir ce modèle, il est considéré comme un processus lourd, car il est alimenté à partir d'un dispositif d'observation et nécessite un travail long au préalable afin de bien fournir toutes les données demandées. Néanmoins, de part la nature et la quantité des données nécessaires, il permet d'organiser le dispositif d'observation dans le cadre d'observatoires de l'environnement pour le développement durable.

D'autre côté, l'analyse par le paysage a permis de diagnostiquer la résultante des interactions en terme de risque de désertification à l'échelle territoriale afin d'être au plus prêt des préoccupations des politiques publiques et des gestionnaires des ressources. Les indices de risques proposés devraient aider les décideurs et les populations locales à prendre des mesures susceptibles de favoriser une intervention efficace de lutte.

Il faut noter ici que nous avons intégré ces acteurs en amont et en aval du travail du suivi et d'évaluation du paysage. Tout au long de la démarche d'évaluation du paysage, le dialogue est constant entre les paysages analysés et les évaluateurs du paysage, multidisciplinaires, multi acteurs.

Nous devons toutefois prendre du recul, mais aussi position quant à l'utilisation des modèles, comme le souligne H. Atlan (2010) pour les changements climatiques : « Les modèles... ne peuvent être que des hypothèses, mises en forme informatiques très sophistiquées mais pleines d'incertitudes quant à leur relation à la réalité ; et il en va de même des prédictions qui en sont déduites ». Dans ce sens, il insiste sur le problème de crédibilité de ces modèles et l'impact de l'utilisation de leurs résultats vis-à-vis de la réussite et de l'efficacité de l'application des mesures de précautions ou de restauration dans les projets de développement et de lutte contre problèmes environnementaux.

Notre cas d'utilisation du modèle SIEL pour l'élaboration des indices de risques de désertification, ne fait pas exception et certaines de ces incertitudes sont déjà enregistrées au fur et à mesure de l'application de ce modèle à notre zone d'étude. Ces résultats ne doivent donner, en aucun cas, des recommandations fermes pour une lutte durable contre la désertification, le but est bien de faciliter et orienter les décisions des politiques publiques dans leurs projets de lutte.

Références

Atlan H. 2010. La religion de la catastrophe. *Le monde*, 27/03/2010, 2 p.

Dérior P. 2008. *L'approche paysagère : un outil polyvalent au service de l'approche opérationnelle et interdisciplinaire des problématiques environnementales* [en ligne]. 23 p. 1. Journées scientifiques ARPEnv "Interdisciplinarité et gestion environnementale : partage d'expériences autour de la psychologie environnementale", Université de Nîmes, 6 juin 2008, Nîmes (France). [consulté en février 2012].

http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00363625_v1/

Fetoui M. 2011. *Évaluer et suivre la désertification en zones arides tunisiennes pour accompagner l'aide à la décision : dynamiques interactives « Climat-Homme-Espace-Ressource » via les paysages* [en ligne]. Thèse Dr. d'Université, Géographie : Université Paul-Valéry Montpellier III, Montpellier (France). 441 p. [consulté en février 2012].

<http://www.biu-montpellier.fr/florabium/jsp/nnt.jsp?nnt=2011MON30007>

Loireau M. 1998. *Espace-Ressources-Usages : spatialisation des interactions dynamiques entre les systèmes sociaux et les systèmes écologiques au Sahel nigérien* [en ligne]. Thèse Dr. d'Université, Géographie : Université Paul-Valéry Montpellier III, Montpellier (France). 411 p. [consulté en février 2012].

<http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010018607>

Loireau M., Laques A.-É., Dérior P., Callot y., Delaître E., Dessay N., Fargette M., Fetoui M., Mitja D., Neyra M., Sghaier M., Venard C., Wilson-junior G. 2009. Des observatoires environnementaux plus souples et plus légers au service du développement des zones difficiles à l'heure de la mondialisation et du changement climatique : propositions méthodologiques et place du paysage. In : Khatteli H. (dir.), Sghaier M. (ed.). *Sociétés en transition et développement local en zones difficiles, DELZOD*. Djerba : LESOR. p. 393-406. Colloque international "Sociétés en transition et développement local en zones difficiles, DELZOD", 22-24 avril 2009, Djerba (Tunisie).

Loireau M., Sghaier M., Ba M., Barriere C. 2004. *Concepts et méthodes du SIEL-R OSELT/OSS : Système d'Information sur l'Environnement à l'échelle locale* [en ligne]. Montpellier : ROSELT. 74 p. (Collection ROSELT / OSS, Document Scientifique, n. 3). [consulté en février 2012].

<http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010036819>

Loireau M., Sghaier M., Fetoui M., Ba M., Abdelrazik M., d'Herbès J.-M., Desconnets J.-C., Leibovici D., Debard S., Delaître E. 2007. *Système d'Information sur l'Environnement à l'échelle locale (SIEL) pour*

évaluer le risque de désertification : situations comparées circum-sahariennes (réseau ROSELT) [en ligne]. *Sécheresse*, 01/10/2007, vol. 18, n. 4. p 328-335. [consulté en février 2012].

<http://www.jle.com/fr/revues/medecine/mca/e-docs/00/04/39/F6/resume.phtml>

Ouessar M., Tâamallah H., Ouled Begacem A. 2006. Un environnement soumis à des fortes contraintes climatiques. In : Genin D., Guillaume H., Ouessar M., Ouled Belgacem A., Romagny B., Sghaier M., Tâamallah H. (eds.). *Entre désertification et développement : la Jeffara tunisienne*. Tunis : Cérès éditions. p. 23-32.

Sghaier M., Fetoui M., Tbib A. 2007. Contribution à l'analyse des évolutions des systèmes "population-exploitation des ressources naturelles" dans l'observatoire de Menzel Habib (Sud-est de la Tunisie) [en ligne]. *Sécheresse*, 01/10/2007, vol. 18, n. 4, p. 321-327. [consulté en février 2012].

<http://www.jle.com/fr/revues/medecine/mca/e-docs/00/04/39/F5/article.md>

Enjeux et modes d'intégration de la dimension socio-économique dans la surveillance environnementale

Requier-Desjardins Mélanie

CIHEAM-IAMM, France, UMR MOISA / CSFD

Résumé. En matière d'environnement, les premiers indicateurs d'environnement reconnus et utilisés au plan international ont été mis au point par l'OCDE au début des années 1990. Ce sont ceux de référence pour le suivi de la mise en œuvre du pilier environnemental du développement durable. Ils sont fondés sur le modèle Pression Etat Réponse, PER (aujourd'hui, forces motrices, pression, état, impact, réponse DPSIR) qui conçoit les activités humaines comme des sources de pression sur le milieu naturel et la puissance publique, comme un régulateur potentiel de ces pressions. Ainsi, les différentes propositions d'indicateurs faites par l'OCDE et notamment les indicateurs clés qui découlent de son modèle et qui sont régulièrement produits par les Etats reposent sur une vision plutôt conversationniste de l'environnement.

Le Sommet de Rio, a fait l'hypothèse que la gouvernance était l'entrée de la durabilité, et les approches en termes de mise en place des dispositifs institutionnels adéquats, en lien avec la décentralisation ont largement dominés les politiques publiques environnementales dans les pays du sud ainsi que le relevé des indicateurs clés. Les indicateurs socio-économiques identifient d'une part, essentiellement ce qui a trait aux revenus et aux services sociaux, mais aussi, ils concernent les processus d'organisation et de régulation, ceux institutionnels et sociaux qu'on appelle la gouvernance.

Le modèle PER suffit-il à l'intégration de la dimension socio-économique au suivi de l'environnement? Que pourrait apporter une analyse des outils et indicateurs de mesure de la durabilité pour mieux comprendre les enjeux et les modes d'intégration de la dimension socio-économique dans les actions de surveillance de l'environnement ?

Mots-clés. Indicateurs environnementaux – Durabilité – Indicateur de développement humain – Empreinte écologique – Scoring

Issues and ways to integrate socio-economics in monitoring the environment

Abstract. The first internationally validated environmental indicators currently in use were developed by the OECD in the early 1990s. Today, they are still used as references for monitoring the implementation of the environmental pillar of sustainable development. Based on the Pressure State Response, PER framework (today, driving forces, pressure, state, impact, response DPSIR) they mainly consider human activities as sources of pressure on the natural environment and the State as the main regulator of such pressures.

At the Rio Summit, it was assumed that governance was a major condition for sustainability and since then, approaches have been developed in terms of setting up appropriate institutional arrangements. In line with this objective, decentralization processes have largely dominated the public policy environment in southern countries. In environmental monitoring, socio-economic indicators deal with wealth, incomes and social services on the one hand but on the other hand, institutional and social governance indicators also concern the process of organization and regulation of natural resources and of the environment.

Can the PER framework adequately integrate socio-economic monitoring of the environment? What could analysis of tools and indicators contribute to estimating and monitoring sustainability to better understand the issues and ways of integrating the socio-economic dimension in the monitoring of the environment?

Keywords. Environmental indicators, Sustainability, Human development Index, Ecological footprint, Scoring

Introduction

Les indicateurs socio-économiques ont connu un développement important dans la décennie 1980, notamment avec l'élaboration de l'indicateur de développement humain (IDH) ainsi que ceux spécifiques au développement rural, et portant sur les infrastructures et les services de base à la personne. La notion de capacités ou de capacités développée par Sen est au cœur de ces approches (Ballet et al., 2005).

Ces infrastructures et services de base sont nécessaires au développement économique global car ils permettent d'accroître les capacités individuelles (santé, scolarisation) et collectives (organisationnelles) limitant aussi, par là, les inégalités et favorisant les capacités d'innovation. Dans les années 1990, les approches évaluant la qualité du développement économique s'orientent vers la prise en compte des aspects environnementaux, une orientation consacrée lors du Sommet de Rio en 1992. Partant de là, les travaux et méthodes d'observation de l'environnement vont se développer en ciblant de façon plus leur contribution au développement, et à sa durabilité. Ces travaux vont être progressivement intégrés dans les cadres de développement des Etats.

Aujourd'hui, les approches environnementales (ou écosystémiques) sont dominées par la recherche de bénéfices environnementaux mais sur le terrain, ceux-ci ne coïncident pas toujours clairement avec des situations conjointes de bénéfice social. Il s'agit donc d'une part de mieux mettre en évidence ces disparités entre objectifs écologiques et sociaux et de mieux les expliquer, ainsi que de travailler à un suivi régulier et sur les possibilités et conditions concrètes comme méthodologiques de leur conciliation. C'est ainsi que l'on peut comprendre l'importance ou l'enjeu majeur de l'intégration d'un volet socio-économique dans la surveillance environnementale.

La notion de durabilité apparaît ici particulièrement utile à mobiliser puisqu'elle postule la recherche simultanée d'objectifs économiques, sociaux et environnementaux. Les mesures de la durabilité peuvent-elles contribuer à l'intégration du volet socio-économique aux travaux de surveillance environnementale et comment ? A quelles échelles raisonne-t-on les évaluations de la durabilité ? Quels enseignements en retirer compte tenu des expériences existantes en matière de surveillance environnementale ?

La première partie de l'article fait le point sur l'observation de l'environnement à partir du modèle de référence, celui de l'OCDE, en insistant sur sa vision et ses indicateurs ainsi qu'en interrogeant la pertinence du modèle pour l'échelle décentralisée du territoire. La seconde partie présente les évaluations synthétiques de la durabilité à travers deux indicateurs populaires et complémentaires, l'Indice de Développement Humain et l'Empreinte Ecologique ; enfin une dernière partie présente une approche évaluant le développement durable basée sur des méthodes de *scoring*, laquelle permet de croiser sur une échelle comparable les performances écologiques et celles socio-économiques en intégrant une grande diversité de dimensions, de phénomènes et de mesures.

I – Indicateurs environnementaux : le cadre PER de l'OCDE

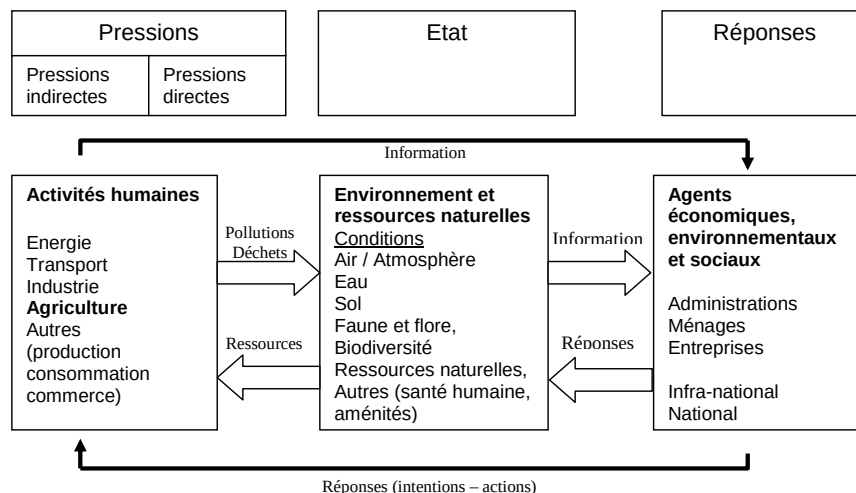
En matière d'environnement, les premiers indicateurs d'environnement reconnus et utilisés au plan international ont été mis au point par l'OCDE au début des années 1990. Ce sont ceux de référence pour le suivi de la mise en œuvre du pilier environnemental du développement durable.

Les typologies d'indicateurs d'environnement incluent des indicateurs de type socio-économique. Le modèle conceptuel de référence reste le modèle PER Pression Etat Réponse de l'OCDE (1993) et celui, utilisé par l'Union Européenne, qui en est dérivé : le modèle DPSIR, forces motrices, pression, état, impact, réponse (AEE, 1999a). Ces modèles conçoivent les activités humaines comme des sources de pression sur le milieu naturel et la puissance

publique, ou de façon plus générale l'action collective comme un régulateur potentiel de ces pressions.

Le modèle PER (voir figure 1) permet de suivre l'environnement par compartiment : eau, biodiversité, sol, climat principalement. L'ensemble complet des indicateurs présenté par compartiment est appelé le corps central des indicateurs d'environnement. Des indicateurs clés résumant l'essentiel de l'information sont l'objet d'une publication spécifique pour les décideurs.

Figure 1 : Le modèle PER, cadre conceptuel et structure du corps central de données OCDE sur l'environnement



Source : OCDE, 2008a

Dans ce modèle, les dimensions sociale et économique concernent les forces directrices et les réponses (actions correctrices) : les forces directrices sont à l'origine des pratiques qui impactent l'environnement ; les réponses ou actions correctrices font référence aux régulations qui protègent le milieu naturel, limitent les pratiques néfastes et de façon plus large, peuvent influencer sur les forces directrices au cours du temps. Ainsi ce modèle propose à la fois une lecture statique des interactions entre sociétés et environnement et permet également d'en développer une compréhension dynamique.

En termes d'échelle, ce cadre a été pensé en priorité pour ces échelles macro, par exemple pour la caractérisation de trajectoires nationales dans la durée ou pour des comparaisons internationales entre régions. Il permet effectivement de faire des constats sur les politiques adoptées et sur leurs impacts en termes de réalisation ou de performance. Ces réalisations et performances sont mesurés à travers des indicateurs en terme quantitatifs et qualitatifs (OCDE, 2008a et b ; 2004).

Concrètement, le niveau de réponses se traduit dans les politiques environnementales par les mesures incitatives ainsi que par les innovations dans les formes de gouvernance qui permettent leur mise en œuvre ainsi que leur suivi.

Les indicateurs de réalisation et de performance du modèle PER (OCDE, 2008a) portent :

- sur des disponibilités concernant la quantité et la qualité de ressources naturelles disponibles. Par exemple, pour la biodiversité, l'état des espèces vulnérables par pays et dans certains cas des taux de population sur des espèces estimées représentatives de la qualité de l'environnement (populations d'oiseaux notamment) ou pour l'eau, l'intensité d'utilisation par rapport aux ressources internes disponibles ;

- sur les infrastructures et règlements qui rendent disponibles ces ressources ou contribuent à leur protection en contraignant l'accès et les usages. Par exemple, pour l'eau, le taux de raccordement aux stations d'épurations, en pourcentage de la population nationale et les surfaces protégées ou boisées pour la biodiversité ;
- sur les dépenses publiques et les taxes concernant les différents secteurs de l'environnement comme indicateurs de réponses

Le rapport 2008 sur les sols (OCDE, 2008a), par exemple contient les informations nationales disponibles en termes d'usages des sols et d'évolution dans les usages des sols, ce qui permet d'étudier les conversions entre différents usage. Il inclut aussi des informations portant spécifiquement sur les relations entre agriculture et environnement (principalement types de sols, consommation d'intrants et mécanisation de la production agricole). Pour des estimations plus précises et ciblant les aspects socio-économiques, les données sur les ressources naturelles ou les volumes financiers peuvent être rapportées à la population (quantité d'eau disponible par habitant par exemple).

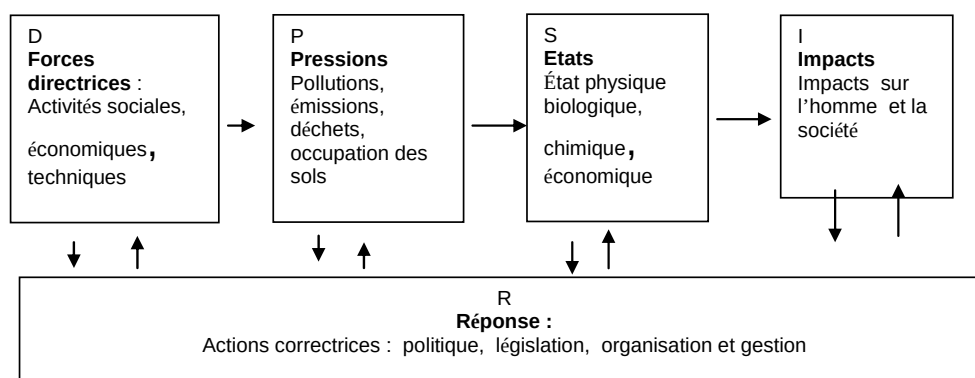
L'ensemble de ce dispositif PER facilite donc l'évaluation de la mise en œuvre des stratégies environnementales nationales et internationales de façon ciblée, par compartiment de l'environnement. L'analyse croisée des indicateurs de pression, d'état et de réponses permet d'exprimer des grandes causalités entre phénomènes, et de faire des pronostics pour les échelles macros.

De telles causalités peuvent être en pratique délicates à mettre en évidence sur la base des indicateurs disponibles, car elles nécessitent une connaissance et compréhension plus globale des évolutions et caractéristiques sociales et économiques des pays, et régions considérées.

Ainsi, les différentes propositions d'indicateurs faites par l'OCDE, et les indicateurs régulièrement produits par les Etats sur cette base reposent sur une vision plutôt conversationniste de l'environnement, dans laquelle l'homme est à la source des problèmes environnementaux, ou peut les limiter par des réglementations appropriées. La transformation positive de l'environnement par les activités humaines, par exemple l'aménagement par l'organisation des activités (Boserup, 1965) ou par des formes adaptées de développement, n'y existe pas.

Le modèle DPSIR (*Driving Forces, Pressures, State, Impacts, Responses*), qui est une sophistication du modèle PER développée par l'Agence Européenne de Développement (voir figure 2) s'inscrit également dans cette vision quelque peu restrictive des rapports entre sociétés et milieu naturel¹. Notons enfin que certains parmi ces indicateurs sont utilisés pour le suivi des stratégies de développement durable notamment par l'Union Européenne.

Figure 2 : le modèle DPSIR développé par l'Agence européenne



Source : EEA, 2002

II – Le modèle PER décliné à l'échelle locale pour comprendre la désertification

L'adaptation du modèle PER à échelle réduite, notamment territoriale, est un point important pour la mise en œuvre d'observatoires de l'environnement localisés. Deux limites importantes peuvent être précisées en amont : d'une part, les séries statistiques utilisées à des échelles nationales ne sont pas toujours disponibles de façon désagrégées à plus petites échelles ; de plus, la causalité entre les indicateurs de pression d'état et de réponse fonctionne mal à l'échelle du territoire car elle gomme une analyse plus fine permise à cette échelle des processus qui lient la population et son environnement au cours du temps. Les travaux menés sur les indicateurs de la désertification en 2002 par le CSFD illustrent parfaitement ces difficultés (voir tableau 1 sur les zones irriguées).

Tableau 1 : Le modèle PER appliqué aux zones irriguées pour l'analyse des processus de désertification²

Indicateurs	Pression (techniques)	État (Environnement)	Réponses (économique, social)
Directs (court terme)	Rendements agricoles Performance du cheptel	Eau et sol : qualité, Ph, sel, MO* etc. Abondance de l'eau, débit, saisons	Prix des produits, Consommations Réglementation sur l'usage de l'eau
Impacts à long terme	Évolution des systèmes de cultures Méthodes culturales Productivité agricole et de l'élevage	Évolution de la situation hydrologique et pédologique Salinisation Évolution de la fertilité	Évolution démographique Consommation de bois Achats Conflits

Source : Jouve et al., 2002. *Lutte contre la désertification dans les projets de développement*

* : matière organique

Le modèle PER semble donc mal adapté à une compréhension fine des processus de changement environnementaux à l'échelle territoriale. Il permet cependant de dresser un inventaire préalable d'indicateurs pertinents à l'élaboration d'une méthodologie spécifique ou à une analyse approfondie. De façon générale, le modèle PER donne une version de l'évaluation des impacts du développement orientée vers l'identification et l'estimation des seules externalités négatives liées à la croissance économique.

Pour prendre en compte une plus grande diversité dans les interactions entre les sociétés, entre les modes de vie des acteurs, leurs représentations, leurs objectifs et l'ensemble des ressources naturelles et de l'environnement, la partie suivante privilégie l'examen des approches majeures ciblant l'analyse et les mesures de la durabilité du développement.

III – Combiner deux indicateurs synthétiques pour évaluer la durabilité

Les mesures du développement durable qui sont développées depuis le Sommet de Rio privilégient l'analyse et la mesure de deux relations distinctes : d'une part, celui entre économique et social d'autre part, celui entre économie et environnement (milieu naturel) comme en témoignent les deux indicateurs synthétiques qui se sont imposés aux échelles internationale et nationale, l'Indicateur de Développement Humain (IDH) et l'Empreinte Ecologique (EE). Ces deux indicateurs ont en commun d'avoir privilégié une approche non monétaire du développement durable

1. L'Indice de Développement Humain, IDH

L'indice de développement humain (IDH) est un indice composite élaboré dans les années 1980 qui inclut des dimensions qualitatives du développement en intégrant un volet social à la dimension économique. Depuis 1990, l'IDH par pays est régulièrement publié dans le rapport annuel du PNUD sur le Développement Humain (PNUD, 1990).

Il repose sur l'hypothèse que le développement humain se structure autour de trois dimensions : la capacité à bénéficier d'une vie longue et saine, l'accès à l'éducation et aux connaissances et l'accès aux ressources matérielles indispensables pour atteindre un niveau de vie décent (Goujon, 2008).

L'IDH se calcule comme la moyenne simple des trois indices : l'indice de richesse monétaire, basé sur le produit intérieur brut (PIB) par habitant, l'indice de santé (basé sur l'espérance de vie) et l'indice d'éducation ou de savoir, qui est la moyenne pondérée d'un indice de scolarisation des jeunes et d'un indice d'alphabétisme des adultes.

L'IDH, moyenne simple des trois indices, est compris entre 0 (niveau le plus faible de développement) et 1 (niveau le plus élevé). Les pays sont classés selon le niveau de leur IDH ce qui permet des comparaisons régionale et le suivi des performances des pays au cours du temps.

Parmi les limites de cet indicateur du point de vue de la durabilité, il ne contient aucune information environnementale et n'intègre pas le long terme, ni le sort des générations futures. Cependant, le croisement avec des indicateurs environnementaux comme l'empreinte écologique permet de disposer d'une information globale sur le caractère durable du développement d'un pays, d'une région ou éventuellement d'un territoire.

2. L'empreinte écologique

L'empreinte écologique (EE) est un indicateur de type énergétique qui ramène les consommations annuelles des pays aux quantités et types de surface nécessaires à les produire, exprimées en hectare globaux. Ces quantités sont rapportées à la biocapacité de la terre, qui exprime la disponibilité des différents types de ressources, en surface d'hectares globaux.

L'EE est un indicateur construit au cours de la dernière décennie du XXème siècle par deux chercheurs (Wackernagel et Rees, 1999). Il cherche à répondre à l'enjeu de soutenabilité écologique en mesurant la capacité de l'environnement à répondre à nos besoins. C'est une

approche énergétique qui part de l'idée que la consommation peut être exprimée en surfaces de production nécessaires à sa production auxquels s'ajoutent les surfaces en terre nécessaires à l'assimilation des déchets, notamment ceux en carbone qui sont émis dans l'atmosphère (Boutaud et Gondran, 2009)

L'offre de biens et de services issus de la biosphère est appelé la biocapacité ; la demande de biens et services par les sociétés est appelé l'empreinte écologique. C'est le rapport entre ces deux mesures exprimées dans une unité commune, l'hectare global qui indique la soutenabilité ou la non-soutenabilité du développement du point de vue de l'environnement.

Pour le calcul de la biocapacité, il est nécessaire de faire une typologie des espaces en fonction de leurs usages avant de passer à la conversion des hectares (surfaces réelles) en hectares globaux. Parmi les catégories de surface les plus utilisées pour les calculs d'empreinte, se trouvent les terres cultivées, les pâturages, les pêcheries, les forêts et les terrains bâtis et le sol énergie³. La règle consiste à ne comptabiliser qu'une fois les services de la nature pour une surface donnée⁴.

L'empreinte indique la consommation totale en hectares globaux par type de surface pour un niveau et un mode de consommation donnée; c'est la somme des empreintes liées à la consommation nette de ressources renouvelables (cultures, produits de l'élevage, de la pêche, et forestiers) et d'énergies fossiles, et de l'empreinte liée à l'artificialisation des surfaces (urbanisme et aménagement). Pour la production primaire (produits non transformés des cultures, de la pêche et de cueillette), elle correspond aux surfaces d'hectares globaux nécessaires à leur production ; pour les produits transformés, le calcul des hectares globaux nécessaires par type de surface repose sur l'application de facteurs de conversion permettant la mesure des surfaces nécessaires à leur production. Ces produits transformés ont une empreinte différente selon qu'ils sont produits localement ou importés, selon les différences entre les niveaux d'efficacités nationaux et celui, mondial (moyenne) ; les surfaces artificialisées et l'empreinte des grands aménagements sont exprimés en hectares globaux de surfaces arables ; l'empreinte carbone s'appuie soit sur une approche de substitution par la biomasse, soit d'assimilation par le milieu naturel pour être traduite en hectares globaux nécessaires à la mitigation (Boutaud et Gondran, 2009).

En 1999, la biocapacité est évaluée à 1,9 hectare global (hag) par personne et l'empreinte écologique à 2,2 d'hag par habitant (Wackernagel et Rees, 1999). L'Amérique du Nord et l'Union Européenne ont l'empreinte la plus élevée par habitant, respectivement, 7,62 et 3,05 hectares globaux. En 2006, la région Méditerranéenne a une empreinte de 3,3 hag et une biocapacité de 1,2 hag (Galli et al., 2010). Sur la durée, les déficits écologiques s'accroissent depuis les années 1960. Cependant, en 1999, l'Afrique, l'Amérique Latine et l'Asie ont des empreintes inférieures à 1 hectare global par habitant, des chiffres qui indiquent de grandes disparités.

3. Quelle durabilité ?

C'est la combinaison entre l'IDH et l'EE qui est utilisée pour mesurer le stade de durabilité du développement des pays. Or, les pays ayant un indice de développement humain élevé sont aussi ceux qui ont aussi une empreinte élevée. Le développement durable n'existerait donc pas (Boutaud, 2002). Soit les modèles et indicateurs ne sont pas adéquats, soit les modes de développement nationaux ne sont pas durables.

Comme indicateurs, l'EE et l'IDH restent des informations synthétiques qui omettent de nombreux phénomènes. Par exemple, l'empreinte écologique ignore la diversité des systèmes de production agricoles notamment dans leur relation à l'environnement (impacts sur le milieu

naturel). Elle tend à sous-estimer l'empreinte réelle des sociétés. Elle met en évidence les niveaux de consommation énergétique et traite finalement peu des aspects de ressources naturelles, essentielles à une échelle réduite. L'IDH ne donne pas d'informations sur les disparités sociales au sein d'un territoire, et certains parmi les indicateurs qui le composent ne sont pas toujours pertinents, comme par exemple le taux de scolarisation dans les pays industrialisés. D'autres informations ne sont pas pris en compte dans cet indicateur spécifique, tels la parité homme-femme ou la pauvreté humaine.

4. Approches territoriales de l'IDH et de l'EE

Ces deux mesures ont été pensées pour les échelles nationale et internationale. Cependant, l'IDH et l'empreinte sont aussi mises en œuvre au niveau des territoires, pour des échelons administratifs infranationaux (départements ou régions) et pour des centres urbains (Jolia-Ferrier et Villy, 2006). L'empreinte peut être également déclinée par secteur ou par projet (El Bouazzaoui et al., 2008). Ces démarches d'évaluation territoriale de la durabilité permettent d'élaborer des politiques de développement ajustées aux spécificités locales constatées. Par exemple, en France, la communauté du Grand Lyon, la région Nord pas de Calais et l'île de France se sont livrées à ces études de soutenabilité en calculant leurs IDH et empreinte. Pour l'empreinte, les travaux permettent de constater l'écart à la moyenne nationale, globale par type de poste (alimentation, logement, transports, production de déchet, biens de consommation et services) et de surface consommées selon la typologie de référence (sols énergie, sols agricoles, sols pastoraux, pêcheries, forêts, espace artificialisés). Les postes les plus consommateurs d'hag peuvent être étudiés de façon plus détaillés. Pour l'IDH, sa spatialisation permet de repérer des zones socialement plus vulnérables que d'autres (Communauté Urbaine GrandLyon, 2004); Observatoire du développement durable GrandLyon, 2011). Ce passage à l'échelle territoriale pose des difficultés méthodologiques voire d'interprétation.

Pour les régions ou les territoires modérément artificialisés, l'application de la démarche de l'empreinte permet de calculer leur biocapacité. Cependant, le recours à l'empreinte ne fait sens que pour des territoires fortement urbanisés et peuplés.

A ces échelles décentralisées, il est plus difficile de trouver les données pertinentes désagrégées nécessaires aux calculs (Boutaud et Gondran, 2009 ; Goujon, 2008 ; Goxe et Rousseau, 2008; Raoul-Duval, 2008) : pour l'empreinte des informations sur les volumes alimentaires consommés et leur origine ainsi que sur les consommations d'énergie incluant celles des infrastructures publiques et des entreprises restent limitées⁵ ; pour l'IDH, il s'agit du revenu par tête au niveau du territoire. Ces difficultés limitent donc la prise en compte des spécificités territoriales dont la mise en évidence constitue pourtant l'objectif majeur de ces démarches décentralisées. Egalement, les choix méthodologiques faits pour ces échelles décentralisées (changement dans les indicateurs ou dans leurs modes de calcul) conduisent au fait que la somme des empreintes locales ne saurait systématiquement correspondre à celle, nationale, mesurée directement à cette échelle, ni la moyenne des IDH locaux à celui, national.

Pour nourrir les analyses, les mesures sont comparées entre elles, au niveau des territoires et entre les échelles. Finalement, il reste difficile d'attribuer les résultats obtenus aux effets spécifiques des politiques territoriales et de les distinguer de celles nationales.

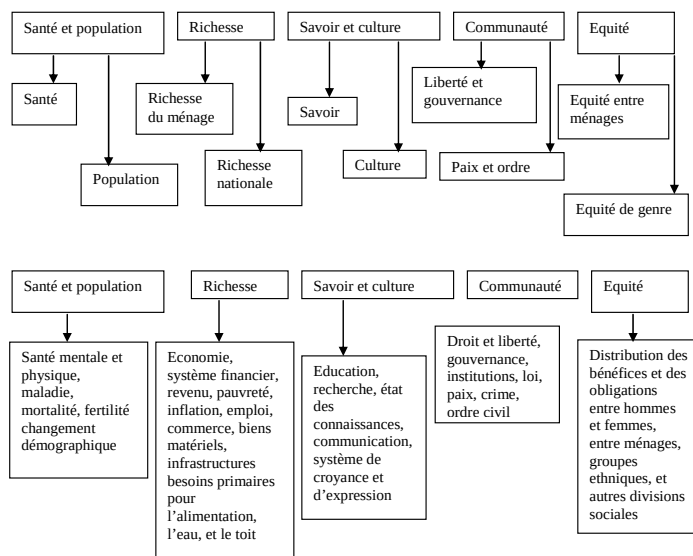
IV – Evaluation du bien-être : intégrer la socio-économie au suivi environnemental par les méthodes de scoring

Une approche un peu différente, qui intègre les niveaux de bien-être socio-économique et écologique, a été développée dans les années 2000 (Prescott-Allen, 2001) pour mesurer la

durabilité à l'échelle nationale. Elle se base sur la définition d'un ensemble d'éléments résumant chaque dimension et sur une mesure de performance pour chaque élément.

Les 5 dimensions du bien-être humain sont la santé et la population, la richesse, le savoir et la culture, la communauté et l'équité. Pour chaque dimension, des objectifs génériques sont proposés, résumés par des éléments (voir figure 3). Chaque élément est ensuite précisé par un ensemble d'indicateurs mesurés par des scores permettant leur l'agrégation.

Figure 3 : Bien être humain : 5 dimensions, leurs objectifs et 10 éléments



Source : Prescott-Allen, 2001

L'attribution des scores est basée sur la prise en compte de plusieurs types de critères : l'état des performances actuelles, les standards internationaux, les seuils observés, les opinions d'experts, ou encore les critères de performance d'indicateurs proches.

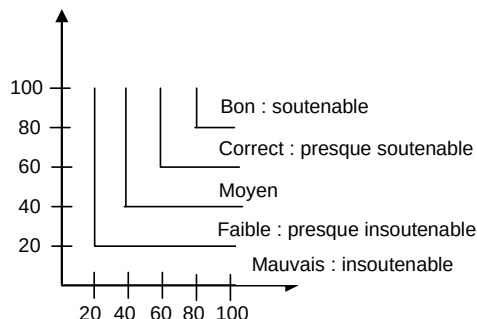
Par exemple la richesse du ménage est théoriquement définie selon deux entrées complémentaires : d'une part la satisfaction des besoins qui peut être mesurée par la combinaison des scores des trois indicateurs suivants : suffisance alimentaire (selon les critères de l'OMS), accès aux services basiques et abri (ou toit) ; d'autre part par le revenu du ménage mesuré par le PIB par tête. Le score de satisfaction des besoins est basé sur le score minimal entre la suffisance alimentaire et l'accès aux services basiques (accès à l'eau ou aux services sanitaires, en fonction du moins accessible), l'indicateur abri n'ayant pu être renseigné. La richesse du ménage est la moyenne des scores des besoins et des revenus du ménage.

Pour le bien-être écologique, les dimensions relatives au bien-être des écosystèmes planétaires sont basées sur l'inventaire des principales pressions qu'ils subissent : la conversion et la destruction d'écosystèmes, l'extraction des ressources renouvelables et épuisables, le déplacement d'espèces, les déchets et les émissions issus de l'activité humaine, la dégradation des sols. Cinq dimensions sont identifiées pour exprimer les impacts des pressions sur les écosystèmes : la terre, l'eau et l'air, les espèces et les gènes ainsi que les usages (prélèvements et extractions) des ressources. Ces dimensions sont à leur tour déclinées en dix éléments eux-mêmes décomposés sous la forme de plusieurs séries d'indicateurs.

La juxtaposition des deux types de bien-être humain et écologique se fait sur un baromètre (voir figure 4). Appliquée aux données disponibles à l'échelle nationale, pour l'ensemble des dimensions de chaque bien-être, la méthode révèle qu'aucun pays ou région (ensemble de pays) ne se trouvent dans un état soutenable de développement.

Ceux qui connaissent un développement humain élevé sont assez médiocres du point de vue du bien-être des écosystèmes. Certains qui ont un bien-être des écosystèmes correct à bon se trouvent parmi les plus déshérités du point de vue du bien-être humain.

Figure 4 : Baromètre de la soutenabilité



Source : Prescott-Allen, 2001

D'après Prescott-Allen, 2001, la moyenne des indices de santé et population, de richesse, de connaissance et communauté et d'équité montre que 2% des pays ont un bon score, 19% un score correct, 29% un score moyen, 28% un score faible et 22% un score mauvais. Ce travail montre que les deux tiers de la population mondiale vit dans des pays avec un indice de développement humain faible ou mauvais et un sixième seulement dans des pays avec un indice de développement humain bon ou correct

Les résultats indiquent encore que l'écart entre le score le meilleur et le plus faible est énorme puisque la médiane des indice de développement humain des pays les mieux classés est 8 fois supérieure à celle du bas de l'échelle (score 10). Enfin, même les pays les meilleurs du point de vue de cet indice ont encore besoin de s'améliorer : seuls la Norvège, la Finlande, et le Danemark ont un bon indice de développement humain ; les pays ayant un score corrects sont tirés vers le bas par la dette, le chômage, les crimes, et les inégalités (10 d'entre eux ont un niveau de vie aussi élevé que les 3 premiers mais très mal répartis dans la population).

Pour le bien-être des écosystèmes, les pays avec un score faible ou couvrent 43% de la surface terrestre et maritime ; ceux avec un score moyen, 43% ; ceux avec un score correct, 8,6%. Aucun pays n'obtient un bon score (supérieur ou égal à 80). Du point de vue des informations disponibles pour cet exercice, la qualité de l'air, la qualité de l'eau et l'état des écosystèmes aquatiques apparaît sérieusement négligée dans le suivi écologique des pays ; ainsi beaucoup parmi les pays dont le score est moyen verraient ce même score baisser s'ils avaient des systèmes de suivi mieux développés sur ces aspects. Ceci pose la question de la qualité du suivi écologique pour une évaluation fiable de la durabilité.

Enfin, la durabilité ne caractérise aucun des pays de la planète : les pays les plus « avancés » ayant des scores de bien-être humain bon et correct se classent parmi les scores moyens du point de vue du bien-être des écosystèmes. D'autre part, 116 pays ont un double déficit de bien-être. Pour les autres, leur indice de bien-être écologique ou humain se paient soit par une pauvreté élevée, soit par un coût environnemental important.

Cette approche basée sur une multiplicité d'indicateurs, permet de limiter l'effet de biais lié au manque de données ; elle permet des comparaisons nationales et régionales et apporte des informations intéressantes sur les manques et insuffisance en matière de suivi et de compréhension des phénomènes, notamment environnementaux. La façon pour les pays d'accroître leur bien-être écologique est de restaurer et de maintenir les habitats, d'étendre les aires protégées, de conserver leur diversité culturelle, d'améliorer la qualité de leur eau. Les pays industrialisés doivent aussi réduire leurs émissions de gaz à effet de serre.

Du point de vue conceptuel, l'approche du bien-être favorise la compréhension du développement durable comme un compromis entre bien-être humain et de l'écosystème et délivre des informations sur les spécificités des pays qui s'en sortent le mieux. Ils se distinguent par des scores élevés de gouvernance, de liberté et d'éducation (Prescott-Allen, 2001).

En évolution, cette approche n'aurait de sens que sur le moyen terme pour voir des variations notables, car du fait de la multiplicité des indicateurs, la variation de l'un a peu d'incidence sur l'évaluation de chaque dimension.

Enfin, il semble difficile de l'appliquer directement à l'échelle décentralisée sans l'adapter du point de vue des éléments et indicateurs, mais également de la démarche. En effet, il est possible d'en faire un travail participatif avec les acteurs locaux et ajusté aux particularités des territoires étudiés. Dans ce cas, les informations ciblées seraient différenciées pour le calcul des indices de bien-être locaux.

Conclusion

Le Sommet de Rio centré sur la mise en œuvre d'un développement durable et en particulier, sur la prise en compte de l'environnement dans les politiques de développement a fait l'hypothèse que la gouvernance est une condition majeure pour intégrer l'objectif de gestion durable des ressources naturelles dans les politiques. Les deux autres conditions liées à la gouvernance sont la participation des acteurs de la société, notamment locaux, et la mise en place de systèmes de suivi environnementaux.

Ainsi, le volet socio-économie de la surveillance environnementale est-il en premier lieu institutionnel et réglementaire. Il concerne à la fois et principalement les organisations créées pour répondre à ces enjeux environnementaux, les capacités des cadres administratifs formés à ces approches ainsi que les textes et les législations permettant de réguler les pressions anthropiques.

En second lieu, les indicateurs socio-économiques sont ceux qui ont trait aux informations basiques sur les niveaux de développement: les revenus et les services sociaux, la santé et l'éducation. Leur lien avec la sphère environnementale est plus contrasté : par exemple, la spirale pauvreté dégradation des ressources propose finalement une vision simplifiée de la réalité, et qui ne permet pas une compréhension fine des processus en cours sur le terrain.

En effet, les indicateurs relatifs à l'environnement élaborés suivant le modèle PER de l'OCDE, portent surtout sur la disponibilité des ressources naturelles, sur leur qualité ou leur niveau de dégradation, en référence à l'action de l'homme, et sur la mise en place des processus institutionnels qui permettent leur gestion : réglementation issues des Etats et de leurs représentations, mais aussi, recensement d'organisations spécialisées et d'associations d'acteurs de la société civile. Les indicateurs socio-économiques de l'environnement sont donc des indicateurs de réalisation ou de performance ; ils sont centrés sur les risques environnementaux associés à l'activité humaine. Comment mieux intégrer le volet socio-économie dans la surveillance environnementale en allant vers une compréhension des processus, également utile aux décideurs, notamment territoriaux, en ayant aussi un objectif de développement social et humain ?

Du point de vue de la durabilité, il n'y a pas de lien explicatif clair entre le découpage PER de l'OCDE et les trois dimensions de la durabilité. Mais il semble artificiel de séparer la

surveillance environnementale de l'évaluation du développement durable, même si les méthodes d'évaluation et leur signification diffèrent. Les deux indicateurs synthétiques spécifiques, l'IDH et l'EE permettent d'évaluer la durabilité, les relations entre les dimensions sociale et économique d'une part, entre celles économique et environnementale d'autre part, du développement. Ces approches, efficaces pour les échelles nationales et internationales semblent moins pertinentes pour le niveau décentralisé.

L'architecture PER sert quant à elle, également pour le niveau global, et permet de mettre en évidence des trajectoires de dégradation environnementale, éventuellement d'imputer aux actions humaines les dommages constatés sur l'environnement et de prendre les mesures adéquates. L'aspect socio-économique intervient dans ce modèle comme un vecteur de dégradation environnementale supplémentaire. L'aspect institutionnel comme un correctif. L'objectif ciblé est strictement environnemental.

Les enseignements à tirer des mesures de la durabilité pour le suivi environnemental et en particulier pour l'intégration de la dimension socio-économique à celle, environnemental sont multiples :

- en terme d'enjeu, il s'agit déjà d'identifier des situations dans lesquelles les objectifs de développement humain et les réalités démographiques s'accordent avec ceux d'une préservation ou d'une dégradation maîtrisée des ressources naturelles ; puis d'explicitier ces situations pour faciliter l'élaboration de politiques durables, que ce soit au niveau territorial, national ou international ;
- en termes de méthodes, les mesures officielles et consensuelles consistant à croiser ou à combiner les informations issues du milieu naturel et celles issus des activités humaines, permettent de voir si les niveaux de développement humains sont compatibles avec une amélioration de l'état de l'environnement ;
- enfin, les méthodes de suivi en termes de scoring, peuvent être utilisées pour intégrer volet socio-économique et environnemental et donner lieu à des exercices participatifs de nature à clarifier les attentes des acteurs, et à répondre aux principes de bonne gouvernance de l'environnement.

Références

- AEE. 1999 a.** *L'environnement dans l'Union européenne à l'aube du XXIème siècle* [en ligne]. Copenhague : Agence Européenne pour l'Environnement. 651 p. [consulté en février 2012].
www.eea.europa.eu/fr/publications/92-9157-202-0/at_download/file/
- Ballet J., Dubois J.-L., Mahieu F.-R. 2005.** *L'autre développement, le développement socialement soutenable*. Paris : L'Harmattan. 129 p. (Ethique Economique).
- Boserup E. 1965.** *The conditions of agricultural growth: the economics of agrarian change under population pressure* [en ligne]. Londres : G. Allen and Unwin. 124 p. [consulté en février 2012].
http://www.biw.kuleuven.be/aee/clo/idessa_files/Boserup1965.pdf
- Boutaud A., Gondran N. 2009.** *L'empreinte écologique*. Paris : La Découverte. 122 p. (Repères : Économie, n. 527).
- Boutaud A. 2002.** Développement durable : quelques vérités embarrassantes [en ligne]. *Économie et Humanisme*, Décembre 2011, n. 363, p. 4-6. [consulté en février 2012].
http://www.revue-economie-et-humanisme.eu/bdf/docs/r363_4_devdurable_boutaud.pdf

Communauté Urbaine GrandLyon, Observatoire du Développement Durable. 2011. *Indice de développement humain, une approche synthétique* [en ligne]. Lyon : Communauté Urbaine GrandLyon. 6 p. (Agenda 21, Volet Social). [consulté en février 2012].
http://www.grandlyon.com/fileadmin/user_upload/Pdf/developpement_durable/referentiel_social/dvpt_humain.pdf

Communauté Urbaine GrandLyon. 2004. *L'empreinte écologique, Agenda21 : volet environnemental* [en ligne]. Lyon : Communauté Urbaine GrandLyon. 26 p. [consulté en février 2012].
http://www.grandlyon.com/fileadmin/user_upload/Pdf/developpement_durable/referentiel_environnement/2004118_ql_referentiel_environnement empreinteecolo.pdf

EEA. 2002. *L'environnement en Europe : deuxième évaluation* [en ligne]. Luxembourg : Office des Publications Officielles des Communautés Européennes. 544 p. [consulté en février 2012].
www.eea.europa.eu/fr/publications/92-828-3351-8/at_download/file

El Bouazzaoui I., Gondran N., Bourgeois J. 2008. Empreinte écologique : du local au global, comment mesurer l'emprise de l'homme sur l'environnement à l'échelle d'une organisation ? In : Lazzeri Y. (dir.), Salord S. *Les indicateurs territoriaux de développement durable, questionnements et expériences*. Paris : L'Harmattan. p. 157-172.

Galli A., Moore D., Wackernagel M. 2010. *Tracking the ecological trends shaping the future of the Mediterranean Region* [en ligne]. Oakland : Global Footprint Network. 43 p. [consulté en février 2012].
http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/Tracking_Trends_in_the_Mediterranean_Region.pdf

Goujon M. 2008. L'indice de développement humain : une évaluation pour La Réunion [en ligne]. *Région et Développement*, 2008, n. 27, p. 225-244. [consulté en février 2012].
<http://region-developpement.univ-tln.fr/fr/pdf/R27/Goujon.pdf>

Goxe A., Rousseau S. 2008. L'empreinte écologique : nouvel indicateur, ancienne approche ? Mise en perspective et analyse territoriale de l'empreinte écologique. In : Lazzeri Y. (dir.), Salord S. *Les indicateurs territoriaux de développement durable, questionnements et expériences*. Paris : L'Harmattan. p. 139-156

Jolia-Ferrier L. (dir.), Villy T. (dir.). 2006. *L'empreinte écologique*. Lyon : SAP. 175 p.

Jouve P. (coord.), Corbier-Barthaux C. (coord.), Cornet A. (coord.). 2002. *Lutte contre la désertification dans les projets de développement, un regard scientifique sur l'expérience de l'AFD en Afrique subsaharienne et au Maghreb* [en ligne]. Montpellier : CSFD. 162 p. [consulté en février 2012].
http://www.csf-desertification.org/index.php/bibliotheque/doc_download/42-jouve-philippe-et-al-2002-lutte-contre-la-desertification-dans-les-projets-de-developpement

OCDE. 2008a. *Données OCDE sur l'environnement, COMPENDIUM 2008 : données générales*. Paris : l'OCDE.

OCDE. 2008b. *Indicateurs clés de l'environnement* [en ligne]. Paris : OCDE. 38 p. [consulté en février 2012].
<http://www.oecd.org/dataoecd/19/42/40601692.pdf>

OCDE. 2004. *Indicateurs clés de l'environnement de l'OCDE* [en ligne]. OCDE : Paris. 38 p. [consulté en février 2012].
<http://www.oecd.org/dataoecd/33/0/31558903.pdf>

PNUD. 1990. *Human Development Report 1990 : concept and measurement of human development* [en ligne]. Oxford : Oxford University Press. 122 p. [consulté en février 2012].
<http://hdr.undp.org/en/reports/global/hdr1990/chapters/>

Prescott-Allen R. 2001. *The wellbeing of nations: a country-by-country index of quality of life and the environment*. Washington : Island Press. 219 p.

Raoul-Duval J. 2008. *Empreinte écologique, retour sur expériences territoriales*. Paris : PUCA, France. 63 p. (Recherches, n. 190).

Wackernagel M., Rees W. 1999. *Notre empreinte écologique*. Montréal : Ecosociété. 242 p.

Notes

¹ L'Agence Européenne de l'Environnement a évolué depuis 2002 vers des analyses plus centrées sur le cycle de vie, production et consommation durables (rapport d'évaluation de 2007)

² Dans la publication, cette démarche est également appliquée pour les zones pastorales et pour celles d'agriculture pluviale

³ La surface énergie pour absorber les excès de CO₂ provenant des combustibles fossiles (ou pour le remplacer par la biomasse), pour fournir le bois de chauffage et pour l'énergie nucléaire et hydraulique.

⁴ Des facteurs d'équivalence reflètent les différences de productivités entre type de surface et des facteurs de rendement, celles entre moyennes nationales de productivité et moyenne mondiale.

⁵ En pratique, on utilise les informations en valeur (donc le système des prix)

Troisième partie

Institutionnalisation de la surveillance environnementale : trois retours d'expériences à différentes échelles

La surveillance environnementale au sens de la Convention de lutte contre la désertification

Stanislas Tarony*
Wafa Essahli**

*UNCCD, Tunisie
**Mécanisme Mondial

Résumé. A partir d'une revue sur les évolutions de la convention des Nations Unies de lutte contre la désertification en matière de suivi-évaluation, le texte montre (a) comment la surveillance environnementale s'est progressivement affirmée comme un outil fondamental pour le bon fonctionnement de la CCD, (b) comment la convention s'outille au fil du temps pour répondre aux objectifs de surveillance environnementale, et (c) comment les travaux menés dans différentes enceintes de la CCD font de la surveillance environnementale une des originalités de la convention.

Mots-clés: CCD, surveillance environnementale, plan stratégique décennal, indicateurs, rapport de suivi-évaluation

Environmental Monitoring in the sense of the convention on the fight against desertification

Abstract. From a review of changes in the UNCCD in terms of monitoring and evaluation, this paper shows (a) how environmental monitoring has gradually emerged as a fundamental tool for good UNCCD functioning, (b) how the convention equips itself over time to meet the objectives of environmental monitoring, and (c) how the work done in the various forums reveals environmental monitoring as one of the originalities of the Convention.

Keywords. UNCCD, Environmental Surveillance, 10 year strategic plan, indicators, monitoring-evaluation report

I- Les dispositions de l'UNCCD pour le suivi environnemental

La Convention des Nations Unies de Lutte contre la Désertification (UNCCD ou CCD) fait référence à maintes reprises à l'importance de la maîtrise des différentes étapes de la production et de l'exploitation de l'information. Elle préconise notamment des mesures ayant trait à la création de Systèmes d'Information Intégrés (SSI) locaux, nationaux et sous-régionaux qui devront permettre d'aider à prévenir les effets de la sécheresse (systèmes d'alerte précoce, dispositifs de prévention et de gestion des situations de sécheresse etc.). Plusieurs articles du texte de la Convention (UNCCD, 1995) font référence, d'une manière plus ou moins explicite, à la maîtrise de l'information utile à la compréhension, à la prise en charge et à l'impact du phénomène de désertification et de la sécheresse.

L'Article 10 paragraphe 4 stipule ainsi que les programmes d'action nationaux «prévoient, entre autres, selon qu'il convient, des mesures dans tout ou une partie des domaines prioritaires ci-après, qui ont un rapport avec la lutte contre la désertification et l'atténuation des effets de la sécheresse dans les zones touchées et concernent leurs populations: (...) renforcement des moyens d'évaluation et d'observation systématique, avec notamment la création de services hydrologiques et météorologiques (...)».

L'Article 16 est consacré à la « Collecte, analyse et échange d'informations » il précise que « Les Parties conviennent, selon leurs capacités respectives, d'intégrer et de coordonner la collecte, l'analyse et l'échange de données et d'informations pertinentes portant sur des périodes de courte et de longue durée pour assurer l'observation systématique de la

dégradation des terres dans les zones touchées et mieux comprendre et évaluer les phénomènes et les effets de la sécheresse et de la désertification. (...). A cet effet, les Parties, selon qu'il convient:

(a) facilitent et renforcent le fonctionnement du réseau mondial d'institutions et d'installations pour la collecte, l'analyse et l'échange d'informations ainsi que l'observation systématique à tous les niveaux, ledit réseau devant: (i) chercher à utiliser des normes et des systèmes compatibles, (ii) inclure les données et stations appropriées, y compris dans les zones reculées, (iii) utiliser et diffuser les technologies modernes de collecte, de transmission et d'évaluation des données sur la dégradation des terres, et (iv) resserrer les liens entre les centres de données et d'information nationaux, sous-régionaux et régionaux et les sources d'information mondiales;

(b) s'assurent que les activités de collecte, d'analyse et d'échange d'informations répondent aux besoins des collectivités locales et à ceux des décideurs, en vue de résoudre des problèmes spécifiques, et veillent à ce que les collectivités locales y participent;

(c) appuient et développent les programmes et projets bilatéraux et multilatéraux visant à définir, entreprendre, évaluer et financer la collecte, l'analyse et l'échange de données et d'informations, y compris, entre autres, de séries intégrées d'indicateurs physiques, biologiques, sociaux et économiques;

(d) mettent pleinement à profit le savoir-faire des organisations intergouvernementales et non gouvernementales compétentes, en particulier pour diffuser les informations et les résultats d'expériences pertinents auprès de groupes cibles dans différentes régions;

(e) accordent toute l'importance voulue à la collecte, l'analyse et l'échange de données socio-économiques, ainsi qu'à leur intégration aux données physiques et biologiques;

(f) échangent et communiquent ouvertement et promptement l'intégralité des informations émanant de toutes les sources publiques qui concernent la lutte contre la désertification et l'atténuation des effets de la sécheresse; (...) ».

L'Article 17 souligne le rôle de la Recherche-développement pour l'amélioration de la connaissance sur le phénomène de la désertification et invitent les Parties à « favoriser la coopération technique et scientifique dans les domaines de la lutte contre la désertification et de l'atténuation des effets de la sécheresse par l'intermédiaire des institutions compétentes aux niveaux national, sous-régional, régional et international » et à appuyer les activités de recherche pour « mieux comprendre les processus qui aboutissent à la désertification et à la sécheresse aussi bien que l'impact et le rôle respectif des facteurs naturels et humains qui en sont la cause, en vue de lutter contre la désertification et d'atténuer les effets de la sécheresse et de parvenir à une meilleure productivité ainsi qu'à une utilisation et une gestion durables des ressources; (...) ».

Plus spécifiquement, l'Annexe concernant la mise en œuvre au niveau régional pour l'Afrique précise le contenu des programmes d'action nationaux en son article 8 et, plus particulièrement, la nécessité de prévoir « (...) »

(b) l'identification des facteurs qui contribuent à la désertification et/ou à la sécheresse, (...) ; des mesures pour améliorer la connaissance du phénomène de la désertification et consistant à:

(i) promouvoir la recherche ainsi que la collecte, le traitement et l'échange d'informations sur les aspects scientifiques, techniques et socio-économiques de la désertification,

(ii) améliorer les moyens nationaux de recherche ainsi que la collecte, le traitement, l'échange et l'analyse d'informations, afin de mieux comprendre le phénomène et de mettre en pratique les résultats des analyses, et

(iii) encourager l'étude à moyen et long terme de: - l'évolution socio-économique et culturelle dans les zones touchées, - l'évolution des ressources naturelles des points de vue qualitatif et quantitatif, et - l'interaction entre le climat et la désertification; et (...)

(e) des mesures pour surveiller et évaluer les effets de la sécheresse et consistant à:

(i) définir des stratégies pour évaluer les incidences de la variabilité naturelle du climat sur la sécheresse et la désertification au niveau régional et/ou pour utiliser les prévisions concernant la variabilité saisonnière et interannuelle du climat afin de tenter d'atténuer les effets de la sécheresse,

(ii) (...) et (iii) surveiller et évaluer la dégradation écologique pour fournir, en temps voulu, des renseignements fiables sur le processus de dégradation des ressources et la dynamique de ce phénomène afin d'être à même de concevoir de meilleures politiques et mesures de lutte ».

II- Bilan de dix années de mise en œuvre de l'UNCCD

Pour assurer le suivi et l'évaluation de la mise en œuvre de la CCD, les Parties ont décidé en 2001 de mettre en place un Comité de revue chargé d'examiner les rapports fournis par les Parties et d'en déduire des recommandations à soumettre à la Conférence des Parties (CoP).

Au cours de la première décennie de sa mise en œuvre, la Convention a connu trois cycles de rapports. Les synthèses établies par le Secrétariat de l'UNCCD ont montré la difficulté qu'ont les pays africains à ce jour à fournir des informations chiffrées sur le phénomène de désertification, sur la portée des actions de lutte contre elle et sur leurs impacts sur les ressources naturelles et le bien-être des populations (CRIC, 2005).

A l'occasion de la 3ème Session du Comité de Revue de la Mise en œuvre de la CCD (CRIC3, Bonn, Allemagne, Mai 2005) et pour la première fois, la plupart des pays ont été invités à annexer à leur rapport un profil national contenant des statistiques et des cartes. Ce profil a été conçu pour inciter les pays à fournir des données, informations et indicateurs se rapportant aux aspects biophysiques et socio-économiques permettant de mesurer l'impact de la désertification sur les ressources naturelles et sur les populations vivant dans les régions affectées.

S'agissant des indicateurs biophysiques de désertification et de sécheresse, les données contenues dans les rapports ont été jugées insuffisantes, notamment lorsqu'il était question de celles décrivant les différents types de dégradation et les facteurs qu'elles impliquent. L'analyse des profils nationaux avait révélé alors que les données fournies étaient peu pertinentes. D'une manière générale, les pays ont fourni d'assez bonnes données statistiques socio-économiques mais la plupart des rapports ne contenaient pas d'indications quantifiées de l'intensité du processus de dégradation ou des réalisations enregistrées pour leur faire face ou pour les atténuer.

Dans la partie relative aux données biophysiques, certains indicateurs n'étaient pas renseignés. Des erreurs d'unités de mesure ont été notées. Concernant les sources des données présentées, la plupart des pays avaient puisé dans les rapports des différents ministères concernés ainsi que dans leurs précédents rapports à la CoP. Plusieurs pays se sont basés, pour l'élaboration de leur rapport, sur des données diffusées par des organisations internationales. Beaucoup de pays n'ont pas mentionné les sources des données qu'ils utilisaient. Des discordances considérables existaient entre les données présentées affectant la consistance, la précision et la fiabilité des informations fournies.

Lors des sessions plénières de la troisième session du CRIC, les interventions des différentes délégations ont fait état de très peu de résultats significatifs concernant la mise en place de

systèmes dédiés spécifiquement au suivi-évaluation de la désertification, devant permettre de pallier ce manque en informations spécifiques à la problématique de la désertification.

Cependant, lors des événements parallèles organisés en marge de ces sessions, plusieurs initiatives de mise en place de dispositif de collecte et de traitement des données en vue de la production d'indicateurs ont été présentées (Brahimi et al., 2005 ; Klintenberg et Seely, 2005). Leurs résultats étaient pourtant peu visibles dans les rapports nationaux des pays.

En Afrique, hormis quelques expériences, encore fragiles, entreprises à un niveau national, les principaux systèmes opérationnels produisant et diffusant des informations fiables, produites selon des protocoles standardisés et à des fréquences régulières ayant trait au suivi des ressources naturelles, ont une portée régionale et se rapportent le plus souvent à la problématique de sécurité alimentaire.

L'objectif de la CCD étant double, lutter contre la dégradation des ressources et éliminer la pauvreté, tout système d'information traitant des aspects relatifs au suivi des ressources naturelles et/ou ceux en rapport avec les conditions socio-économiques des populations locales est considéré comme un système appuyant la mise en œuvre de la Convention. En effet, les différents types de connaissances (générales, anciennes, historiques, régulières, mises à jour etc.) constituent les éléments de base pour la compréhension d'un phénomène, l'appréciation d'un état et l'élaboration de constats ou le suivi régulier d'une ressource. Pertinentes et mises à jour, ces connaissances sont d'une importance capitale pour l'élaboration de stratégies, la formulation de plans d'action et leur suivi-évaluation.

III- La Stratégie décennale et les perspectives d'avenir

Au bout de ces dix années de mise en œuvre de la Convention, les Parties ont dû faire le constat des entraves qui en ont limité l'application; la faiblesse des fondements scientifiques de la CCD a alors été identifiée parmi les principales difficultés qui en ont contraint une mise en œuvre optimale. Ce constat, renforcé par l'évolution du contexte institutionnel, technique et scientifique international, a conduit à la définition d'un Plan stratégique offrant à la Convention, au moment où elle entame sa deuxième décennie d'existence, une occasion unique de relever certains des enjeux majeurs, d'exploiter ses atouts, de profiter des possibilités liées au nouveau contexte de politique générale et de financement, et de poser des bases communes renouvelées pour toutes les parties prenantes.

Ce Plan cadre décennal a été adopté par les Parties de la Convention lors de la CoP8 en août 2008 à Madrid. Il réaffirme les principes de la CCD et confirme la nécessité d'une base scientifique solide pour améliorer les actions de lutte contre la désertification et l'atténuation des effets de la sécheresse. De même, il souligne l'importance d'une mise en œuvre synergique des trois conventions issues du processus de Rio. La constitution par les Parties d'une batterie de données de base harmonisées constitue une première étape importante pour assurer cette synergie.

Le Plan cadre décennal est doté d'un cadre logique organisé autour de quatre objectifs stratégiques et cinq objectifs opérationnels assortis respectivement d'indicateurs d'impact et de performance (COP, 2007).

En définissant le rôle et les missions des différents organes de la Convention, le Plan décennal a identifié le Comité de la science et de la technologie (CST) comme responsable « au premier chef de la réalisation de l'objectif opérationnel 3, relatif à la science, à la technologie et aux connaissances, élément central du plan stratégique, et il joue par ailleurs un rôle d'appui pour la mise en œuvre de l'objectif opérationnel 1 ». Il a été ainsi décidé que « Aux fins de l'exécution de ce mandat, le CST sera renforcé de manière qu'il puisse évaluer les données scientifiques, techniques et socioéconomiques concernant les causes et les conséquences de la désertification et de la dégradation des terres, rendre des avis à leur sujet et apporter un appui

pour leur utilisation pratique, sur une base large, objective, ouverte et transparente, et il éclairera la prise de décision de la Conférence des Parties».

Pour ce faire, la première session du CST dans sa nouvelle forme a été organisée sous la forme d'un colloque scientifique qui s'est tenu en marge de la 9ème Conférence des Parties à Buenos Aires en septembre 2009. Cette première conférence scientifique s'est focalisée sur le thème du « Suivi et évaluation biophysique et socio-économique de la Désertification et de la dégradation des sols dans le but d'aider à la prise de décision en matière de gestion des sols et de ressources hydriques ». Une série d'articles ont été publiés faisant l'objet d'un numéro spécial de la revue « *Land Degradation and Development Journal* "Understanding Land Degradation Trends"1 ».

IV- Surveillance environnementale et suivi de la mise en œuvre de la CCD à travers les indicateurs d'impacts

Par sa Décision 17 à COP9, afin de faciliter la mesure des progrès accomplis dans le cadre des Programme d'Action Nationaux de Lutte contre la Désertification (PAN/LCD) et en vue de la réalisation des objectifs stratégiques 1, 2 et 3 du plan cadre décennal, la Conférence des Parties a accepté provisoirement un ensemble 11 indicateurs d'impact, ensemble considéré comme pertinent pour le suivi de la réalisation des trois premiers objectifs stratégiques [décision 17, COP9] (COP, 2009).

Ces trois premiers objectifs sont :

- Objectif stratégique 1: améliorer les conditions de vie des populations touchées
- Objectif stratégique 2: améliorer l'état des écosystèmes touchés
- Objectif stratégique 3: dégager des avantages généraux d'une mise en œuvre efficace de la Convention

L'ensemble minimum des deux indicateurs suivants à utiliser dans les rapports des pays Parties touchés à partir de 2012 a été retenu:

- Le pourcentage de la population des zones touchées vivant au-dessus du seuil de pauvreté
- L'état du couvert terrestre.

Pour ce qui est des neuf autres indicateurs, leur utilisation est recommandée sur une base volontaire des Parties c'est-à-dire non obligatoire.

Par la même Décision, la Conférence des Parties a demandé au Secrétariat, en coopération avec le Bureau du CST, d'affiner l'ensemble des indicateurs d'impact à travers un processus itératif. Le CST devra faire le point sur ce processus itératif lors des prochaines sessions pour finalement recommander un ensemble minimum d'indicateurs d'impact à examiner lors de la 11ème Session de la COP qui s'est tenue à Changwon (Corée du Sud) au dernier trimestre de 2011.

Afin de répondre à ces demandes, le Secrétariat de la CCD a établi une feuille de route prenant pour modèle le processus arrêté par la Commission du développement durable de l'ONU (CDD) pour affiner les indicateurs du développement durable. En résumé la feuille de route comprend 5 phases :

- Phases 1 & 2 : Examen scientifique collégial. Un consultant passe en revue l'ensemble des indicateurs et rédige des propositions et conclusions visant à affiner les indicateurs d'impact. Ces propositions sont contenues dans un livre blanc. Ce livre est

analysé par un groupe d'experts. En phase deux, un atelier technique est organisé pour compléter l'analyse du livre blanc qui fait également l'objet de consultation au niveau mondial à travers sa diffusion sur le net.

- Phase 3 : Les Parties ont l'occasion de donner leur avis quand à l'utilisation pratique de ces indicateurs. Le livre blanc est révisé à nouveau pour prendre en considération les avis exprimés par les Parties.
- Phase 4 : Des exercices pilotes de suivi des indicateurs d'impact sont lancés en parallèle aux trois phases 1, 2 et 3. Actuellement, les pays devant faire partie de cette phase pilote ont été sélectionnés et l'exercice a commencé. Pour l'Afrique, c'est le Sénégal qui a été sélectionné, toutefois, le Maroc, la Tunisie et l'Algérie se sont portés volontaires pour participer à cet exercice.
- Phase 5 : Evaluation indépendante. L'ensemble des indicateurs sera à nouveau révisé et présenté à la 11ème Session de la Conférence des Parties conformément à la Décision 17/COP9.

Lors de sa deuxième session extraordinaire tenue à Bonn en février 2011, le CST s'est penché sur cette liste d'indicateurs d'impact et plusieurs questions ont été soulevées dont les suivantes qui pourraient être utilement prises en compte lors des discussions organisées par l'OSS avec ses réseaux d'experts.

- Indicateurs biophysiques. Par rapport à l'indicateur minimum sur le couvert végétal, le CST préconise d'utiliser la communication de données mettant en jeu des indicateurs biophysiques (indicateurs éco-systémiques) au lieu des données fondées sur des indicateurs dérivés des cartes de l'état du couvert végétal et de l'occupation des terres. Toutefois, compte tenu des différents niveaux de capacités techniques des parties une approche stratifiée a été suggérée. Au fur et à mesure que les capacités techniques s'accroîtront, les pays pourraient fournir des rapports et des cartes plus détaillés: type d'occupation des terres, mesures du couvert végétal et données relatives à la production de biomasse pertinentes pour ce type de couverture etc.
- Définitions des indicateurs. L'importance de s'accorder sur les définitions des termes utilisés pour les indicateurs d'impact a été soulignée notamment pour le second indicateur minimum (le pourcentage de la population des zones touchées vivant au-dessus du seuil de pauvreté) le CST recommande une clarification quand à l'expression « zones touchées ».
- Sources des indicateurs. Le CST a en outre recommandé que les indicateurs proviennent dans la mesure du possible de sources accessibles aux acteurs nationaux.
- Harmonisation / normalisation des indicateurs.
 - o Harmonisation : rendre comparable la même variable mesurée de différentes manières ;
 - o normalisation : accepter et utiliser une seule méthode commune pour la même variable ou le même indicateur.

D'un côté le CST reconnaît la nécessité d'avoir des indicateurs qui donnent des mesures harmonisées comparables entre pays et régions et de l'autre la nécessité de ne pas limiter l'analyse. On préconise un système dans lequel l'ensemble minimum d'indicateurs harmonisés au niveau mondial puisse être complété par des indicateurs pertinents élaboré aux niveaux local, régional ou national.

V- Informations contenues dans le quatrième cycle de rapports des pays Parties touchés relatives à la surveillance environnementale

Il est important de rappeler que le quatrième cycle de rapports se divise en deux parties :

- une première partie qui vient d'être complétée et qui a été revue au cours de la neuvième session du CRIC portant sur les indicateurs de performance servant à mesurer l'atteinte des objectifs opérationnels de la Stratégie décennale (CRIC, 2011);
- la deuxième partie, qui commencera en 2012, portera sur les indicateurs d'impact servant à mesurer l'atteinte des objectifs stratégiques (CST, 2011).

Un des ratios sur les rapports élaborés dans le cadre de la première partie du 4^{ème} cycle devait servir à définir le nombre de pays parties touchés et d'entités sous-régionales ou régionales ayant mis en place et appuyé un système national/sous-régional/régional de suivi de la Désertification, de la Dégradation des Terres et de la Sécheresse (DDTS).

Il résulte que sur les 89 pays Parties touchés, 34 pays (soit 38 % du total) disposent déjà d'un système national spécifique de suivi de la désertification, de la dégradation des terres et de la sécheresse (DDTS). Dans 22 pays (soit 25 % du total), ce système est à la fois opérationnel et actualisé. Sur les 55 pays restants (62 % du total) qui ne disposent pas d'un système de suivi propre à la DDTS, 35 pays (39 % du total) ont un système de surveillance de l'environnement englobant partiellement les problèmes DDTS, tandis que 10 pays (11 % du total) ont déclaré qu'aucun système de surveillance de l'environnement englobant la DDTS n'avait été mis en place.

Sur la base de ces résultats, le CRIC a recommandé aux pays développés parties et organisations internationale compétentes d'accorder un appui supplémentaire aux pays parties touchés pour la mise en œuvre de systèmes nationaux de suivi propre à la DDTS et pour l'harmonisation des différents systèmes de surveillance de l'environnement.

VI- Conclusions

Le suivi-évaluation de la mise en œuvre de la CCD a régulièrement fait l'objet de points portés à l'ordre du jour du CST et de la CoP. Cette question est encore plus d'actualité depuis l'adoption de la stratégie décennale et de l'approche de gestion orientée vers les résultats (RBM) en 2008. La CCD en effet, est la première convention de Rio à mettre en place un système qui prévoit le suivi et l'évaluation de sa mise en œuvre basée sur les résultats.

La mise en place de repères ou bases de références biophysiques et socio-économiques, et d'indicateurs de performance et d'impact pour suivre et évaluer les évolutions ou régressions, dans le cadre de l'atteinte des objectifs opérationnels et stratégiques de la stratégie, constitue une condition *sine qua non* de l'alignement avec la stratégie décennale, comme demandé par la CoP. C'est pourquoi les systèmes de surveillance environnementale jouent désormais un rôle clef, comme cela a été clairement indiqué par les Parties à la CCD au cours de la première partie du quatrième cycle du rapport.

Il est donc important que ces systèmes soient périodiquement revus et réajustés afin de permettre aux décideurs des pays concernés de faire face aux nouveaux défis qui leur sont posés dans la gestion des ressources naturelles et d'assurer la mise en œuvre synergétique des conventions environnementales.

Références

Brahimi Y., Jauffret S. et Essahli W. 2005. State of the art on existing indicators and their use for the desertification monitoring and CCD implementation in North Africa [en ligne]. In Enne G., Yeroyammi M. (eds.). *AIDCCD - Active exchange of experience on indicators and development of perspectives in the context of UNCCD: report on the state of the art on existing indicators and CCD implementation in the UNCCD Annexes*. Sassari Centro Interdipartimentale di Ateneo. p. 6-93. [consulté en mars 2012].

<http://www.uniss.it/documenti/AIDCCDstateofheart.pdf>

COP. 2007. *Decision 3/COP.8 10-year strategic plan and framework to enhance the implementation of the convention* [en ligne]. Bonn : UNCCD. 21 p. [consulté en mars 2012].

<http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/10YearStrategy/Decision%203COP8%20adoption%20of%20The%20Strategy.pdf>

COP. 2009. *Decision 17/COP.9. Advice on how best to measure progress on strategic objectives 1, 2 and 3 of The Strategy* [en ligne]. Bonn : UNCCD. 4 p. [consulté en mars 2012].

<http://www.unccd.int/en/programmes/Science/Monitoring-Assessment/Documents/Decision17COP9.pdf>

CRIC. 2005. *Synthesis and preliminary analysis of information contained in reports submitted by affected African country Parties* [en ligne]. Bonn : UNCCD. 20p. [consulté en mars 2012]

<http://www.unccd.int/Lists/OfficialDocuments/cric3/2add1eng.pdf>

CRIC. 2011. *Analyse préliminaire des informations contenues dans les rapports des pays parties touchés et des pays développés parties, des organismes des Nations Unies et des organisations intergouvernementales, et du Fonds pour l'environnement mondial au sujet de l'objectif opérationnel 3 de la Stratégie* [en ligne]. Bonn : UNCCD. 24 p.(CRIC(9)/5). [consulté en mars 2012].

<http://www.unccd.int/Lists/OfficialDocuments/cric9/5fre.pdf>

CST. 2011. *Rapport intérimaire sur les préparatifs de la deuxième Conférence scientifique au titre de la Convention et rapport sur l'organisation des sessions du Comité de la science et de la technologie essentiellement sous la forme d'une conférence scientifique et technique*. Bonn : UNCCD. 12 p. (COP(10)/CST/5).

Klinterberg P., Seely M. 2005. State of the art on existing indicators and their use for the desertification monitoring and CCD implementation in North Africa. [en ligne]. In Enne G., Yeroyammi M. (eds.). *AIDCCD - Active exchange of experience on indicators and development of perspectives in the context of UNCCD: report on the state of the art on existing indicators and CCD implementation in the UNCCD Annexes*. Sassari Centro Interdipartimentale di Ateneo. p. 94-138. [consulté en mars 2012].

<http://www.uniss.it/documenti/AIDCCDstateofheart.pdf>

UNCCD. 1995. *Texte de la convention* [en ligne]. Bonn : UNCCD. [consulté en mars 2012].

<http://www.unccd.int/en/about-the-convention/Pages/Text-overview.aspx>

Notes

¹ <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ldr.v22.2/issuetoc>

Acquis de l'expérience ROSELT/OSS dans le Circum-Sahara

Nabil Ben Khatra, Habiba Khiari et Mourad Briki

Observatoire du Sahara et du Sahel

Résumé. L'évidence de la diminution de la capacité de la planète à satisfaire les besoins de l'Homme est de plus en plus accablante. Cette tendance, surtout remarquable au niveau du continent Africain notamment la zone Circum-Saharienne, est le résultat d'une pression anthropique croissante exercée sur les ressources naturelles, combinée aux effets du changement climatique. La surveillance environnementale, s'impose ainsi comme une nécessité sur laquelle doivent se fonder toutes décisions, actions et initiatives pour une gestion éclairée et rationnelle des ressources naturelles. A cet effet, l'Observatoire de Sahara et du Sahel a conçu le programme Réseau d'Observatoire de Surveillance Environnementale à Long Terme (ROSELT/OSS) en 1994. La particularité de ce programme réside dans son approche pluridisciplinaire, innovante et holistique en conformité avec les orientations/recommandations des différents Accords Multilatéraux sur l'Environnement (CCC, CBD et CCD).

Pour ce faire, l'OSS a œuvré pour garantir l'harmonisation et la pérennité du dispositif de surveillance ainsi que son ancrage dans les politiques nationales, à travers le renforcement des capacités des institutions en charge de la gestion des observatoires (ateliers, formations et stages), la diffusion de l'information environnementale à travers la mise en place d'outils de traitement et de circulation de l'information et la fourniture de produits d'aide à la décision contribuant ainsi à la sensibilisation des acteurs et décideurs des pays impliqués.

Sur le plan méthodologique, le réseau a permis le développement conceptuel de dispositifs standardisés et d'observatoires labellisés pour la collecte des données sur les écosystèmes et les populations concernés. Des documents méthodologiques de base ont été élaborés et édités pour servir de guides et de références dans toutes les phases de la mise en place du réseau d'observatoires. Le travail du réseau a aussi porté sur la conception d'indicateurs et la définition de méthodes et protocoles harmonisés pour la collecte des données permettant leur calcul, ainsi que sur le développement d'outils informatiques pour la gestion, l'exploitation et la diffusion des informations générées.

Sur le plan institutionnel, l'OSS œuvre, depuis 2006, pour la mise en place de Dispositifs Nationaux de Surveillance Environnementale DNSE dans ses différents pays membres. Le processus est déjà lancé au niveau de cinq pays (Mali, Maroc, Niger, Tunisie et Sénégal). Ces dispositifs visent à renforcer la surveillance environnementale à l'échelle nationale, et ceci en adaptant les acquis du réseau ROSELT/OSS aux spécificités nationales en réponses aux attentes des départements nationaux en charge de la surveillance et de gestion des ressources naturelles.

ROSELT/OSS constitue donc un acquis considérable en matière de surveillance environnementale et mérite d'être étendu pour une meilleure représentativité ainsi que d'être articulé avec des projets et initiatives de développement aux différentes échelles à l'exemple du projet de la grande muraille verte.

Mots-clés. Surveillance environnementale - AME – Gestion des ressources naturelles – Indicateurs biophysiques/socio-économiques – observatoires locaux

The achievements of the ROSELT/OSS experience in the Circum-Sahara

Abstract. Evidence for the shrinking ability of the planet to meet the rising needs of mankind is increasingly overwhelming. This trend, which is visible in the African continent particularly in the circum-Saharan zone, is the result of increasing human pressure on natural resources combined with the impacts of climate change. Environmental monitoring thus appears to provide the basis for all necessary decisions, actions and initiatives to ensure that the management of natural resources is well informed and rational. To this end, in 1994, the Sahara and Sahel Observatory created a network of long-term ecological monitoring observatories (ROSELT / OSS). The specificity of this programme lies in its multidisciplinary, innovative, and holistic approach in accordance with the guidelines/recommendations of the various Multilateral Environmental Agreements (CCC, CBD and CCD).

For this purpose, the OSS has worked to ensure the harmonization and sustainability of the monitoring mechanism and its integration in national policies, by building the capacity of the relevant institutions for the management of the observatories (workshops, training and internships) and by disseminating environmental information through the creation of data processing tools and flow-- thus providing outcomes to support decision making and to increase the awareness of stakeholders and decision makers in OSS member countries.

From a methodological point of view, the network enabled the conceptual development of standardized devices and labeled observatories to collect data on the ecosystems and communities concerned. Basic methodological documents have also been prepared and published to serve as guides and references during network implementation. Activities also focused on the development of indicators and the definition of harmonized methods and protocols for collecting data and for their calculation, as well as the development of tools for the management, processing and dissemination of the resulting information.

At the institutional level, since 2006, the OSS has worked, towards the implementation of national mechanisms for environmental surveillance (DNSE) in five countries in the circum-Saharan region: Mali, Morocco, Niger, Tunisia and Senegal, to strengthen their national environmental monitoring capacity. This is being achieved by adjusting the ROSELT / OSS achievements to national specificities in response to the needs of national institutions in charge of natural resources monitoring and management.

ROSELT/OSS is therefore a significant environmental monitoring achievement and deserves to be extended for better ecosystems representativeness. It should also be combined with projects and development initiatives at different levels like the Great Green Wall project.

Keywords. *Environmental surveillance – M EA – Natural resources management – biophysical /socio-economic indicators – local observatories.*

Introduction

La désertification, les changements climatiques et la perte de la biodiversité sont des problématiques graves pour les régions sèches de l'Afrique et notamment dans les pays Circum-Sahariens. Cette zone de l'Afrique, caractérisée par une flore diversifiée et originale (Sokona, 2002), connaît depuis les années 1960, des épisodes de sécheresse qui ont profondément affecté les écosystèmes présents. La sécheresse est l'un des précurseurs naturels de tout processus engendrant la désertification rendant ainsi les écosystèmes de plus en plus vulnérables (Aidoud, 2008).

Cette fragilité est accentuée par la pression anthropique croissante résultant de la forte croissance démographique ainsi que l'intensification et l'extension des systèmes de productions agro-pastoraux dans cette région où le développement économique repose essentiellement sur les ressources naturelles. En effet, la conjugaison de ces deux facteurs, climatiques et anthropiques, a causé la dégradation du couvert végétal, du sol et des ressources en eau, compromettant la capacité des écosystèmes à répondre aux besoins des populations qui y vivent (Cornet, 1998).

Ces dysfonctionnements de l'environnement, influent de façon directe sur la dynamique sociale et la qualité de vie des populations provoquant ainsi des problèmes de paupérisation, de migration et de conflits.

Cette situation, liée notamment à la production limitée des ressources naturelles renouvelables, a éveillé l'intérêt de la communauté internationale quant aux enjeux d'une gestion environnementale plus rationnelle et durable. Ceci a incité les instances internationales, en l'occurrence l'ONU, à la mise en place des stratégies de gestion durable des ressources naturelles à travers l'élaboration de l'Agenda 21 ainsi que la formulation et la ratification des trois conventions post Rio: la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (UNFCCC), la Convention des Nations Unies sur la Diversité Biologique (UNCBD) et la Convention des Nations Unies sur la Lutte Contre la Désertification (UNCCD).

Ces conventions, malgré leurs divergences dues notamment au manque de coordination dans leurs mises en œuvre, s'accordent néanmoins sur la nécessité de disposer d'une bonne infrastructure informationnelle sur la dynamique des processus écologiques, agro-écologiques et socio-économiques, moyennant une surveillance environnementale, à court, moyen et long terme (Essahli et Ben Khadra, 2005 ; Ksiao Ghanouchi, 2008). La disponibilité de l'information et sa dissémination sont donc d'une grande importance pour orienter la prise de décision surtout en matière de gestion des ressources naturelles (Ben Khadra et Essahli, 2006).

Afin de promouvoir la surveillance environnementale à long terme dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches soumises à la dégradation des terres, l'Observatoire du Sahara et du Sahel, avec l'appui de ses partenaires du Nord et du Sud a conçu et développé le programme Réseau d'Observatoire de Surveillance Environnementale à Long Terme (ROSELT/OSS) en 1994. La particularité de ce programme réside dans son approche pluridisciplinaire, innovante et holistique en conformité avec les orientations et les recommandations des principaux Accords Multilatéraux sur l'Environnement (CCC, CBD et CCD).

En effet, initialement conçu pour la surveillance écologique, le réseau a progressivement évolué pour englober d'autres thématiques aussi importantes que la désertification, à savoir, le changement climatique et la biodiversité mais aussi l'impact de ces derniers sur la variabilité socio-économique des pays. Le réseau s'intéresse donc à l'étude de la gestion de la biodiversité, du rôle de ces zones en relation avec les changements climatiques globaux et la lutte contre la désertification, du milieu humain y compris l'organisation sociale et les systèmes d'utilisation des terres ainsi que les interactions Homme-Environnement et ceci, sur des territoires-test, les observatoires, où sont réalisés des mesures et enquêtes harmonisées, répétées dans le temps permettant ainsi la surveillance à l'échelle locale des changements socio-environnementaux.

Les observatoires ROSELT ont été choisis à partir d'une sélection de territoires candidats potentiels (TCP) et labellisés ROSELT/OSS suivant des critères prédéfinis. Le réseau a été conçu pour évoluer progressivement suivant trois phases principales, une phase d'initiation permettant, à travers un nombre réduit d'observatoires pilotes d'appliquer et de tester les protocoles de collecte et de traitement de données, une phase de structuration et de consolidation du réseau à de nouveaux observatoires et enfin, une phase de plein fonctionnement et de perfectionnement continu du réseau sur le long terme (ROSELT/OSS, 2004a).

I – Présentation du programme ROSELT/OSS

Bien que ROSELT/OSS ne soit pas le seul réseau de surveillance environnementale dans le monde, il demeure néanmoins une expérience unique au niveau de la région Circum-Saharienne. Sa singularité découle de son contexte, des objectifs qu'il vise et de la démarche de sa mise en œuvre.

1. Contexte de mise en place

La course effrénée engagée par l'Homme pour satisfaire ses besoins par le recours alarmant aux ressources naturelles, n'a pas manqué d'éveiller les inquiétudes de la communauté internationale. La pérennité des ressources naturelles se trouve menacée face à une gestion non durable, très lourde de conséquences sur les écosystèmes, déjà fragilisés par les changements climatiques. Emergea alors un nouveau concept, celui du développement durable. Dans ce cadre, et dans le but d'instaurer un modèle de développement socio-économique respectant l'environnement et prônant la gestion rationnelle des ressources naturelles, le Sommet de la Terre (CNUED) a été tenu en 1992, au terme duquel ont été fixés les principes de la conférence de Rio et le Programme Agenda 21. Ce processus a aussi abouti à l'adoption de la Convention des Nations Unies sur la Diversité Biologique (UNCBD) en 1993,

la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (UNFCCC) en 1994, et la Convention des Nations Unies sur la Lutte Contre la Désertification (UNCCD) en 1996. Ces conventions, axées sur la protection de l'environnement, s'accordent sur la nécessité de disposer d'une base de données qui rende compte de l'évolution et la dynamique des processus écologiques, agro-écologiques et socio-économiques à travers l'outil de la surveillance environnementale en mettant en place un réseau d'observation (Ksiaa Ghannouchi, 2008 ; Essahli et Ben Khadra, 2005 ; ROSELT/OSS, 2004a).

Cependant, les disparités des situations et la complexité des phénomènes observés entravent la disposition d'informations fiables et claires suscitant l'intérêt des décideurs politiques pour orienter le développement à prendre des décisions susceptibles d'avoir des effets bénéfiques sur les évolutions à long terme (Bessaoud, 2003).

Une mise en œuvre synergique des conventions et l'harmonisation des systèmes de collecte, de traitement des données et de dissémination des informations représentent dans ce cas la meilleure solution pour améliorer la compréhension des phénomènes environnementaux et éviter la duplication des efforts déployés aux différents niveaux (Ben Khadra et Essahli, 2006 ; Ksiaa Ghanouchi, 2008).

Dans ce cadre, la création de l'Observatoire du Sahara et du Sahel en 1992, a permis d'impulser un nouvel esprit de partenariat et de solidarité Nord-Sud-Sud et permettant la synergie entre les différents partenaires et ainsi la capitalisation des acquis, l'harmonisation des méthodes de collecte et d'analyse des données, la circulation de l'information et l'élaboration de nouveaux outils d'aide à la décision. Pour ce faire, l'OSS a œuvré pour la mise en place d'un Réseau d'Observatoires de Surveillance Ecologique à Long Terme (ROSELT/OSS) destiné à mieux cerner les causes et les effets de la désertification dans la zone Circum-saharienne (ROSELT/OSS, 2004b).

2. Objectifs

Le ROSELT/OSS est formé d'un ensemble d'observatoires dans les pays Circum-sahariens au niveau desquels sont réalisées des collectes et exploitations des données de terrains et de la télédétection en matière d'environnement et de gestion des ressources naturelles. (ROSELT/OSS, 2004b) (Photo 1).

Le réseau applique des méthodes consensuelles et harmonisées de collecte et traitement de l'information environnementale (biophysique et socio-économique) qui permettent d'élaborer des produits communs comparables dans le temps (diachronique) ou dans l'espace (synchronique) (Loireau, 2007).

Le Programme ROSELT/OSS constitue une contribution à la compréhension des phénomènes environnementaux visant essentiellement **l'amélioration** des connaissances sur les mécanismes, les causes et les conséquences de la désertification, **la surveillance** à long terme des systèmes écologiques et des ressources qu'ils contiennent et **la compréhension** du fonctionnement de ces systèmes et des interactions Homme-Environnement au niveau local.

Le réseau a aussi pour objectif de fournir une **aide au développement** à travers l'élaboration de **produits d'aide à la décision**, et l'organisation de sessions de **formation et d'apprentissage** de l'utilisation des données et des informations environnementales dans le cadre des plans et les projets de développement (ROSELT/OSS, 2004a).

Photos 1. Collecte des données au niveau des observatoires



Source : Equipes nationales ROSELT en Algérie, au Sénégal et au Niger

3. Méthodologie mise en place

Entre 1992 et 1994, l'inventaire des Territoires Candidats Potentiels (TCP) mené par les pays a permis à un Comité Scientifique *ad hoc* de choisir des observatoires, sur la base de critères de

labellisation visant à sélectionner les territoires à pertinence scientifique, (disponibilité de travaux antérieurs) environnementale et socio-économique (représentativité) en rapport avec les problématiques et les objectifs du ROSELT/OSS et de l'OSS. Ainsi 25 observatoires ou grappes d'observatoires, répartis entre 11 pays ont été retenus, parmi lesquels, 12 ont été sélectionnés comme observatoires-pilotes, devant servir, dans une première phase, comme base pour affiner le concept, mettre au point les techniques et les méthodologies de collecte et de traitement des données et produire des outils d'aide à la décision fiables, pertinents et reproductibles (cartes, indicateurs, systèmes d'information etc.).

Sur la base de ces travaux, le document fondateur de ROSELT/OSS a été élaboré en 1995 et des études synthétiques établissant « un état de référence » dans trois observatoires pilotes d'Afrique du Nord (1996-1997) ont été réalisées. Une première phase opérationnelle a été, par la suite, lancée en 1998 en Afrique du Nord afin de tester *in situ* les méthodes de collecte et de traitement des données. L'insuffisante intégration entre les dispositifs d'échantillonnage des paramètres biophysiques et socio-économiques, basés sur l'approche sectorielle adoptée au cours de cette phase n'a pas permis l'élaboration des produits d'aide à la décision attendus (Aidoud, 2008).

Le lancement du réseau pilote ROSELT/OSS en juin 2000 lors de l'atelier de Bamako a permis d'actualiser les concepts utilisés au sein du réseau et d'adopter un schéma conceptuel global pour l'étude des changements environnementaux dans ROSELT/OSS. L'approche « **paysage** » ainsi développée permet d'intégrer l'ensemble des données biophysiques et socio-économiques et d'étudier l'impact des usages sur les ressources naturelles, en vue d'élaborer des produits d'aide à la décision tels que données fiables sur la dégradation des terres en zones arides, indicateurs biophysiques et socio-économiques, bilans spatialisés ressources / usages, scénarios prospectifs etc. (ROSELT/OSS, 2004b).

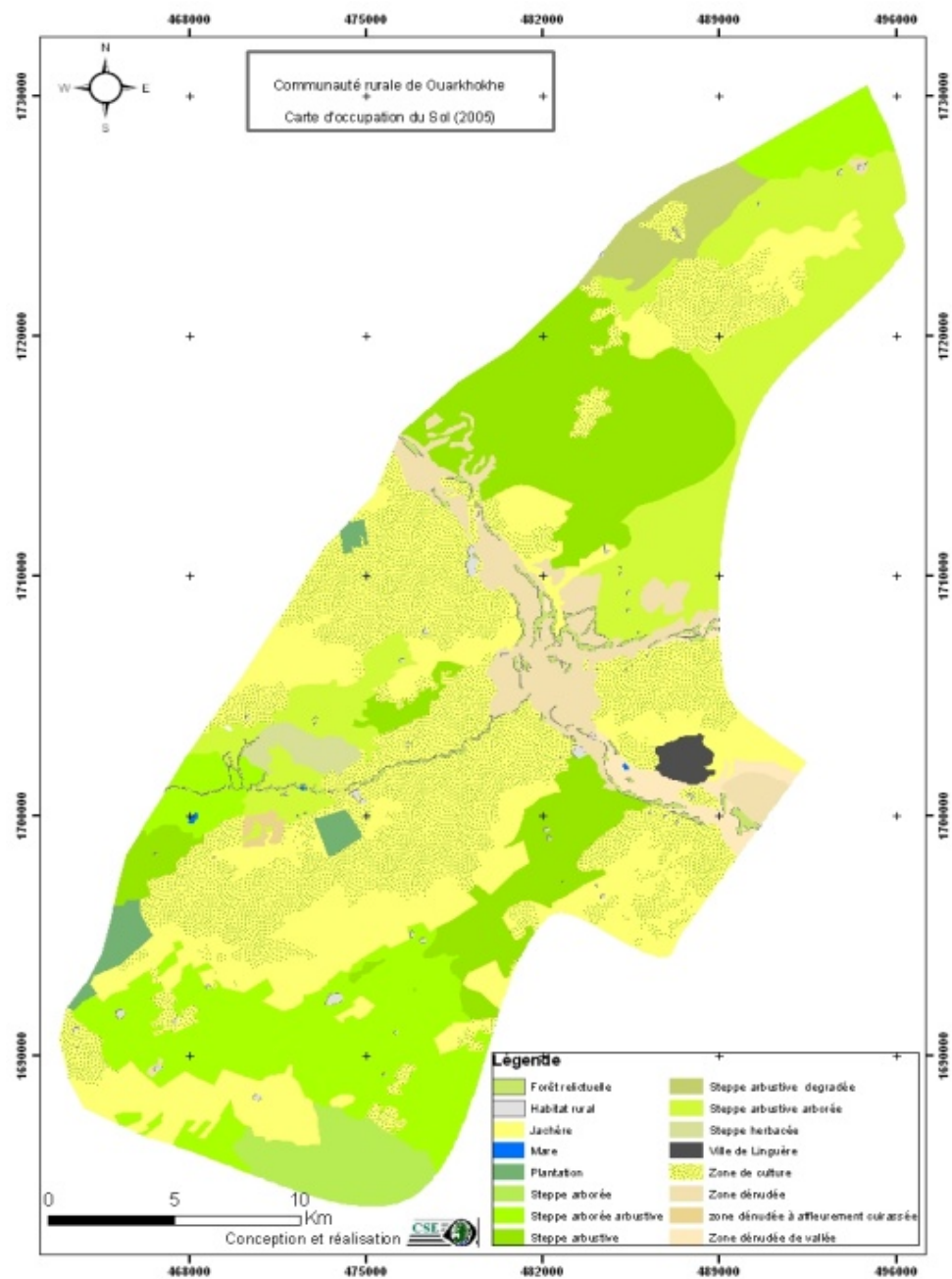
Un effort particulier a été déployé en vue de définir un **kit minimum de données**, à collecter **au moindre coût**, permettant de préparer la spatialisation des données, leur extrapolation possible à des zones plus vastes et leur intégration dans des modèles d'utilisation de l'espace et des ressources.

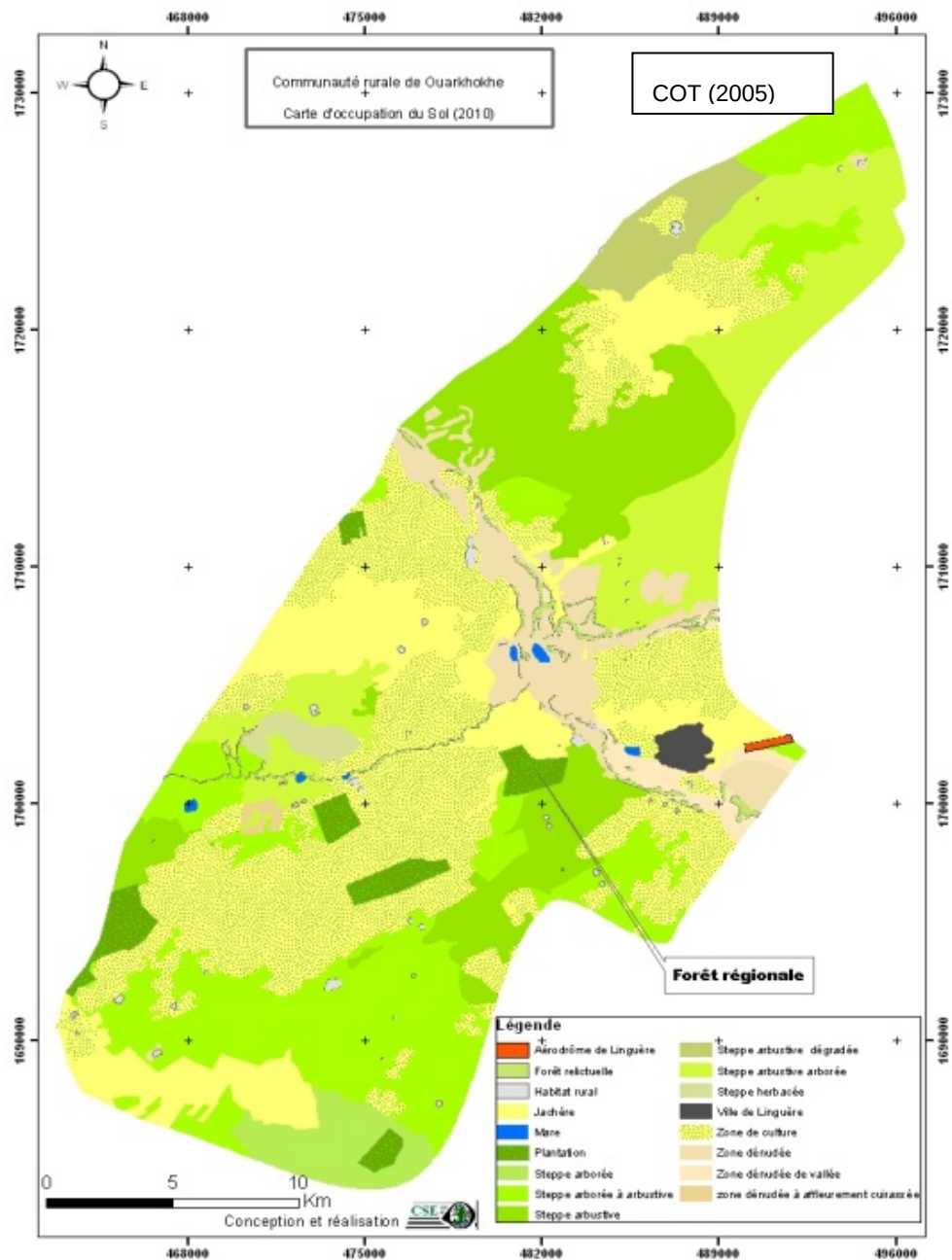
II – Les acquis de ROSELT/OSS

Pendant plus de 10 ans, le réseau ROSELT/OSS a fourni un cadre général structuré pour une meilleure compréhension des relations entre la dégradation des terres, les pratiques anthropiques et les changements climatiques, notamment à travers son mandat d'harmonisation des approches et des méthodologies à une échelle régionale, permettant ainsi d'envisager des comparaisons à différentes échelles entre les observatoires locaux de différentes régions écologiques, pour une meilleure compréhension de la dynamique de la dégradation des terres et la diversité paysagère en zones arides. Ces efforts se reflètent à travers les produits ROSELT/OSS.

Sur le plan méthodologique, le réseau a permis le développement conceptuel de dispositifs standardisés et d'observatoires labellisés pour la collecte des données sur les écosystèmes et les populations concernés. Pour chaque observatoire, ont été établis les états de référence sous forme de systèmes d'information géographiques, instrument des cartes thématiques telles que les cartes d'occupation des terres (COT) (Fig.1), des cartes d'utilisation des sols et les cartes relatives aux caractéristiques physiques (pédologie, géomorphologie...), mais aussi les rapports scientifiques présentant les tendances d'évolution des systèmes écologiques et socio-économiques. Des guides méthodologiques et des documents scientifiques et conceptuels ont été élaborés et édités pour capitaliser le savoir-faire et les expériences déjà acquises sur les observatoires pilotes retenus d'une part et pour harmoniser les méthodes de collecte de traitement des données d'autre part (Fig. 2).

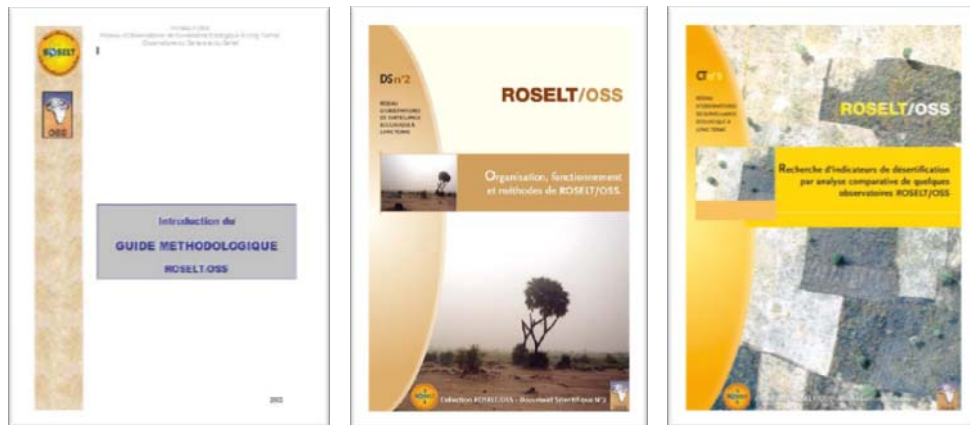
Figure 1. Vues des Cartes d'Occupation des Terres de 2005 et de 2010. Observatoire du Ferlo ; zone de Ouarkhokh.





Source : Equipe nationale ROSELT Sénégal, Centre de Suivi Ecologique (CSE)

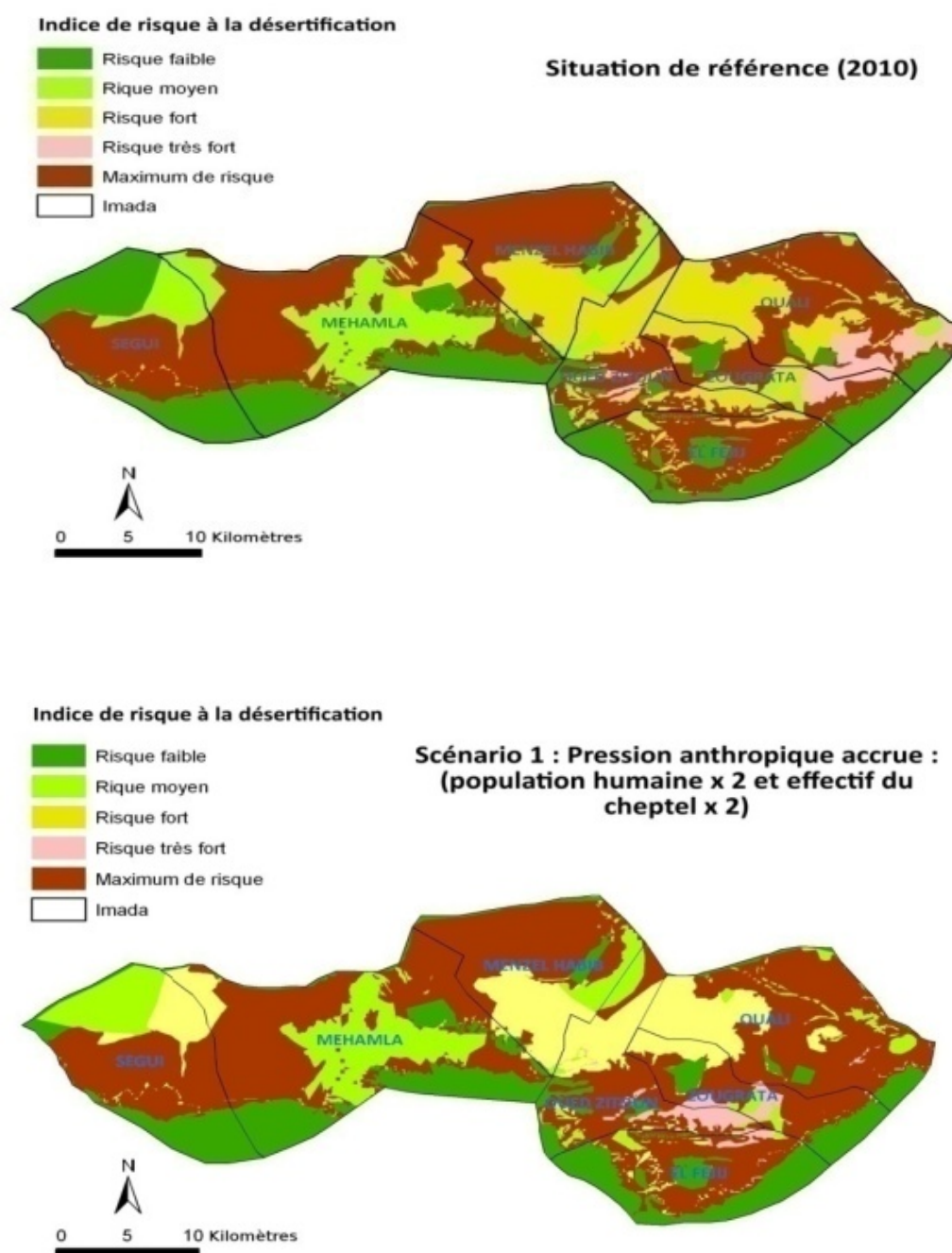
Figure 2. Exemple de documents méthodologiques et techniques édités par ROSELT/OSS

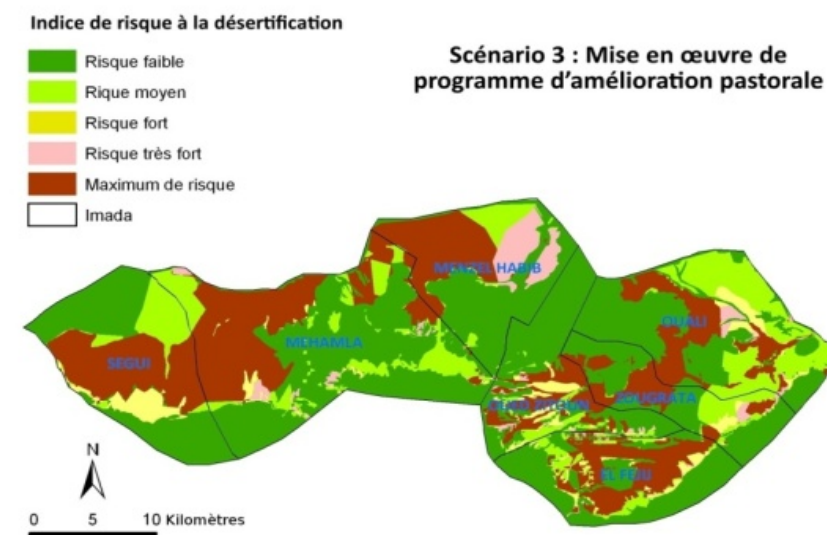
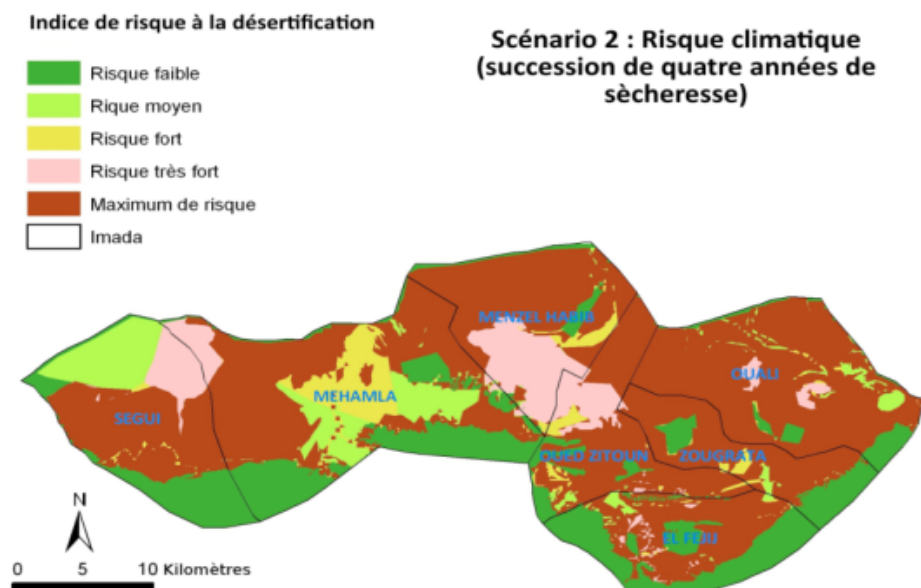


Source : ROSELT/OSS

Le travail du réseau a aussi porté sur la conception d'indicateurs à l'échelle locale et régionale ainsi que sur le développement d'outils informatiques tel que le Système d'Information sur l'Environnement Local (SIEL). Le SIEL (Loireau et al., 2004), fruit d'un travail de collaboration entre l'OSS, l'IRD et l'IRA, permet des simulations prospectives de l'impact des usages sur les ressources et l'élaboration de cartes d'indice de risque de la désertification ainsi qu'une base de métadonnées MDWeb pour faciliter l'accès et le partage de l'information générée par le réseau (Fig. 3) (ROSELT/OSS, 2004b).

Figure 3. Modélisation prospective à travers le SIEL : évolution des indices de risque de la désertification en fonction de différents scénarios, observatoire de Menzel Habib,



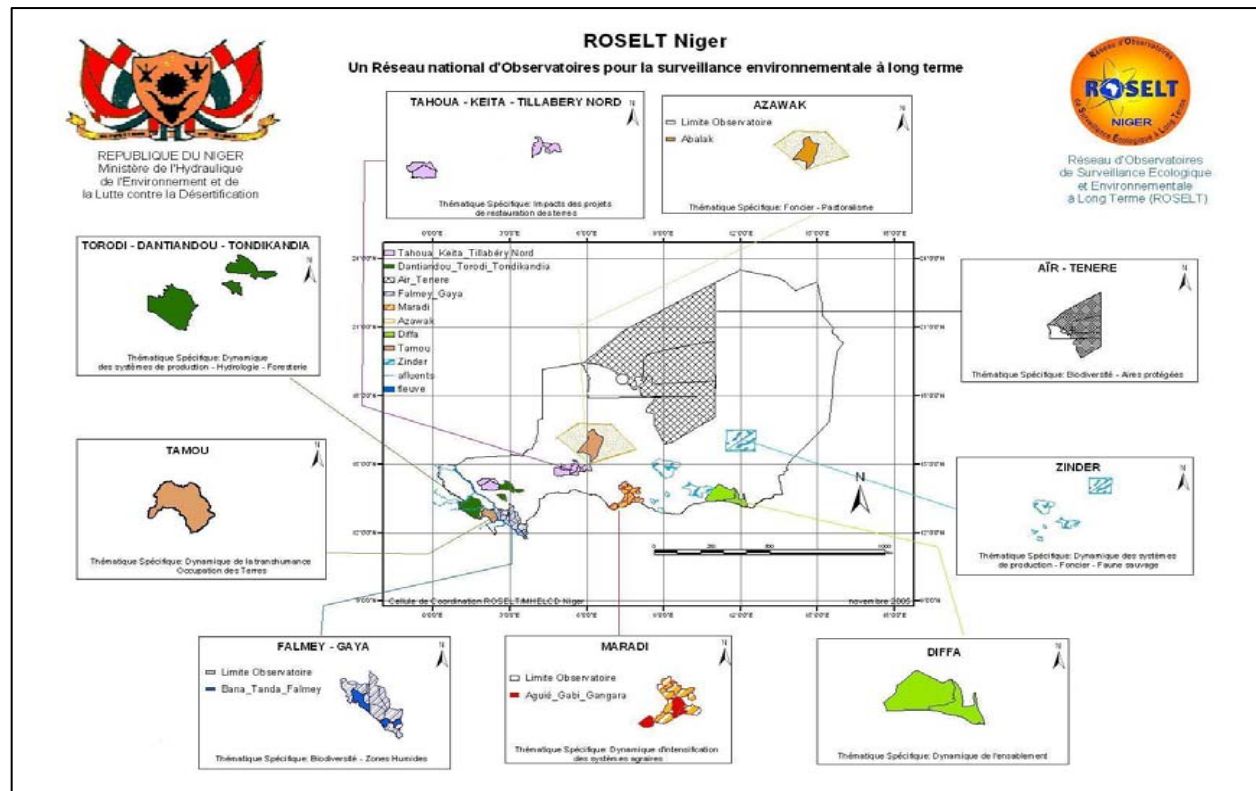


Tunisie.

Source : Equipe nationale ROSELT Tunisie, Institut des Régions Arides (IRA)

La pertinence du concept de surveillance écologique et des produits élaborés par le réseau a convaincu bon nombre de pays impliqués dans le réseau de la nécessité de renforcer le développement de la surveillance environnementale aux échelles nationales. En effet, ROSELT/OSS est intégré dans les PAN/LCD de nombreux pays (Algérie, Egypte, Kenya, Mali, Maroc, Niger, Tunisie). Les méthodologies ROSELT/OSS y sont adaptées et répliquées dans le cadre de la mise en œuvre de dispositifs nationaux de surveillance environnementale DNSE (Mali, Maroc, Niger, Tunisie et Sénégal) qui s'appuient ou intègrent des observatoires de surveillance environnementale tels que les observatoires ROSELT/OSS (Fig. 4).

Figure 4. Exemple du dispositif écologique ROSELT du Niger



Source : Equipe nationale ROSELT Niger, Centre National de Surveillance Ecologique et Environnementale (CNSEE)

III – Conclusion : difficultés rencontrées et perspectives

La mise en œuvre du ROSELT/OSS n'a pas été sans difficultés. En effet, les retards accusés dans l'exécution du programme ont été notamment causé par des contraintes d'ordres :

- **institutionnelle** : faible coordination institutionnelle, faible circulation et utilisation des données, absences de traditions et de réglementation en la matière (lois, codes, chartes etc.),
- **financières** : manque de moyens pour la mise en place de dispositifs opérationnels et pérennes de surveillance
- et **techniques** : difficulté à travailler de manière pluridisciplinaire et interdisciplinaire, difficulté de l'harmonisation des approches dans un ensemble diversifié de situations, d'expériences et de problématiques.

Des lacunes subsistent aussi au niveau du partage de l'information et sa valorisation dans le processus de prise de décision et ceci malgré l'élaboration de la base de métadonnées MDWeb qui n'a pas été assez mise en valeur et exploitée.

Afin de surmonter ces difficultés, l'OSS doit redoubler d'effort pour l'actualisation et l'impulsion d'une nouvelle dynamique au sein du réseau et ceci à travers l'amélioration des performances des observatoires ROSELT/OSS, la densification de la surveillance environnementale à long terme par des systèmes de stations d'observations moins lourds afin d'obtenir un dispositif de surveillance hiérarchisé en systèmes locaux, nationaux (DNSE) et sous-régionaux, pour consolider les systèmes d'information environnementale à tous les niveaux.

Aussi, les efforts devraient se concentrer plus sur le lancement d'initiatives de développement intégré nécessitant la surveillance environnementale, à l'exemple du projet de la grande muraille verte, faisant ainsi de cet outil, une source de produits opérationnels, qui encouragerait les décideurs nationaux à intégrer les activités d'observation et de suivi environnemental dans leurs programmes et activités et surtout à inscrire leurs coûts dans leurs budgets nationaux réguliers.

Une attention devrait aussi être accordée aux aspects institutionnels relatifs à l'institutionnalisation et la budgétisation des dispositifs à mettre en place. En effet, l'expérience a montré que les aspects institutionnels sont aussi importants que les aspects techniques. Ils ne doivent pas uniquement constituer un préambule aux activités mais plutôt faire partie intégrante des programmes d'activités.

Le réseau ROSELT/OSS constitue un véritable atout pour les pays africains et les institutions sous-régionales et régionales dans la lutte contre la désertification et l'atténuation des effets de la sécheresse, notamment en tant qu'élément central des dispositifs nationaux de surveillance environnementale, qui constituent eux-mêmes les principaux piliers du suivi-évaluation des Programmes d'Action Nationaux de Lutte Contre la Désertification (PAN/LCD).

Références

Aidoud A. 2008. La surveillance à long terme en réseau circum-saharienne : l'expérience Roselt [en ligne]. Tunis : OSS. 100 p. (Collection Synthèse, n. 3). [Consulté en mars 2012]
http://www.oss-online.org/index.php?option=com_content&view=article&id=1172%3Ala-surveillance-a-long-terme-en-reseau-circum-saharien--l'experience-roseltoss&catid=168%3Aterre&Itemid=100003&lang=fr

- Ben Khatra N., Essahli W. 2006.** Desertification information systems - information systems and environmental monitoring on internet: commentary and outlooks [en ligne]. In Enne G., Yeroyanni M. (eds.) *AIDCCD-Active exchange of experience on indicators and development of perspectives in the context of UNCCD: role of Information Circulation Systems in scientific and practical approaches to combat desertification*. Italie : Centro Interdipartimentale di Ateneo. p. 137-148. International Seminar, Windhoek and Ondangwa (Namibie), 2006/04/02-07. [Consulté en mars 2012]
<http://www.uniss.it/documenti/AIDCCDNamibiaProceedings.pdf>
- Bessaoud R. 2003.** Synergie entre les conventions environnementales de Rio : désertification, biodiversité et changements climatiques. Algérie : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Direction Générale des Forêts. 96 p.
- Cornet A. 1998.** Désertification : réflexions préliminaires sur le rôle et les priorités de la recherche. *Aménagement et Nature*, n. 129, Juin 1998. p. 13-18.
- Essahli W., Ben Khatra N. 2005.** Benchmarks and indicators data gathering for the development of the reference [en ligne]. In Enne G., Yeroyanni M. (eds.) *AIDCCD-Active exchange of experience on indicators and development of perspectives in the context of UNCCD: local & regional desertification indicators in a global perspective*. Italie : Centro Interdipartimentale di Ateneo. p. 81-84. International Seminar, Beijing (Chine), 2005/05/16-18 [consulté en mars 2012]
www.uniss.it/documenti/AIDCCDBeijingProceedings.pdf
- Ksiaa Ghannouchi S. 2008.** Vers un jeu d'indicateurs commun en faveur de la synergie des conventions environnementales post-Rio. Mastère : Faculté des Sciences de Tunis (Tunisie). p. 13-30.
- Loireau M. 2007.** Désertification et surveillance environnementale à long terme en Afrique : ROSELT [en ligne]. Bois et Forêts des Tropiques, vol. 293, n. 3. p. 61-63. [Consulté en mars 2012]
http://bft.cirad.fr/cd/BFT_293_61-63.pdf
- Loireau M., Sghaier M., Ba M., Barriere C. 2004.** Concepts et méthodes du SIEL-ROSELT/OSS : Système d'Information sur l'Environnement à l'échelle locale [en ligne]. Montpellier : ROSELT. 74 p. (Collection ROSELT / OSS, Document Scientifique, n. 3). [Consulté en février 2012].
<http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010036819>
- ROSELT/OSS. 2004a.** Organisation, fonctionnement et méthodes de ROSELT/OSS [en ligne]. Paris : ROSELT. 53 p. (Collection ROSELT/OSS, Document Scientifique, n. 2). [Consulté en mars 2012]
http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers10-02/010036817.pdf
- ROSELT/OSS. 2004b.** Un dispositif commun de surveillance de la désertification en Afrique Circum-saharienne: acquis et regard rétrospectif [en ligne]. Tunis : Observatoire du Sahara et du Sahel. 49 p. [consulté en mars 2012]
www.oss-online.org/pdf/RSLT0061.pdf
- Sokona Y. (dir.), Requier-Desjardins (coord.), Jauffret S., Briki M., Dorsouma A., Ben Khatra N., Baubion C., Issa A. 2009.** Indicateurs écologiques Du ROSELT/OSS, Désertification et Biodiversité des écosystèmes Circum-sahariens [en ligne]. Tunis : OSS. 54 p. (Note introductive, n. 4). [Consulté en mars 2012]
<http://www.oss-online.org/pdf/Nln4-fr.pdf>

La Surveillance Ecologique et Environnementale au Niger : Un instrument d'aide à la décision

WATA SAMA Issoufou^{*}, Ali MAHAMANE^{**et***}, Issa OUSSEINI^{**}

^{*}Centre National de Surveillance Ecologique et Environnementale (CNSEE)

^{**}Université Abdou Moumouni, Niamey - Niger

^{***} Université de Maradi, Maradi, Niger

Résumé. Le dispositif national de suivi environnemental du Niger est constitué de neuf observatoires répartis de manière à prendre en compte l'essentiel de la diversité écologique et agro écologique qui caractérise le pays. Ce réseau national d'observatoires, d'abord constitués par une première génération de 3 observatoires locaux labellisés OSS dès 1994 (Totrodi-Tondikandia-Dantiandou, Keita, Air-Ténéré) ont été complétés en 2003 par 6 autres à la faveur d'un appui de la coopération de la coopération française (Falmey-Gaya, Maradi-Mayahi-Dakoro, Tamou, Azawak, Diffa, Zinder). L'objet du présent article est de revenir sur certaines des conditions de mise en œuvre de ce dispositif et sur son fonctionnement, en l'occurrence la représentativité des observatoires au plan écologique et les descripteurs qui sont pris en compte en matière de surveillance environnementale. Auparavant, un rappel est fait sur les attributions du Centre National de Surveillance Ecologique et Environnementale auquel incombe la responsabilité de coordonner l'ensemble des activités de recherche développement du réseau, un dispositif appelé à s'élargir, notamment par la diversification des acteurs.

Mot-clés. Suivi environnemental – observatoire – indicateurs – descripteurs écologiques – descripteurs socio-économiques.

Ecological and Environmental Monitoring in Niger: A tool for decision support

Abstract. *The national environmental monitoring of Niger consists of nine observatories distributed so as to take into account most of the agro-ecological and ecological diversity that characterizes the country. These observatories include a number of first-generation OSS labeled 3 in 1994 (Torodi-Tondikandia-Dantiandou, Keita, Air Ténéré) which were completed in 2003 by six others through the French cooperation (Falmey-Gaya, Maradi-Mayahi-Dakoro, Tamou, Azawak, Diffa, Zinder). The purpose of this article focuses on the conditions of implementation of this device, namely the representation of ecological observatories, the descriptors included in surveillance. Before a callback is made on the powers of the National Center for Ecological and Environmental Monitoring which is responsible for coordinating all research and development activities within the device known to expand and diversify the actors.*

Keywords. *Environmental monitoring – observatory – indicators - ecological descriptors – socio-economical descriptors.*

I – Introduction

La Surveillance Ecologique et Environnementale au Niger, initiée par l'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS) et impulsée par la Coopération française, est un instrument admis au plan national comme un outil incontournable de gestion de notre environnement quotidiennement menacé par une désertification aux causes et aux effets multiformes ainsi que par les impacts des changements et variabilités climatiques.

Pays aux trois quarts désertique, soumis à la conjonction de facteurs climatiques et de pression accrue des populations sur des ressources naturelles déjà maigres, le Niger est exposé depuis des décennies à :

- une dégradation accélérée, parfois irréversible, de certains écosystèmes suite à une surexploitation des formations naturelles pour la satisfaction des besoins énergétiques et alimentaires des populations;
- une accentuation du phénomène de la désertification, notamment dans les zones de concentration des populations qui sont aussi celles qui présentent les meilleures potentialités;
- une perte de la biodiversité végétale entraînant par-là même une réduction de l'espace vital;
- une augmentation de la fréquence des conflits d'usages liés à l'exploitation des mêmes ressources naturelles par des groupes de population aux intérêts parfois/souvent divergents (agriculteurs et éleveurs notamment);
- une paupérisation accrue de la population du fait de la dégradation du capital productif, entraînant parfois des flux migratoires importants.

Prenant conscience des effets néfastes de cette situation, les autorités n'ont pas tardé à mettre en place un ensemble de politiques et de stratégies pouvant permettre de préserver notre environnement et d'assurer une gestion rationnelle de nos ressources naturelles.

En outre, joignant ses efforts à ceux de la communauté internationale, notre pays est partie prenante de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (UNCCD). C'est dans le cadre de la mise en œuvre au niveau national de cette convention, qu'il a signée et ratifiée, que le Niger a adopté un Programme d'Action National de Lutte Contre la Désertification et de Gestion des Ressources Naturelles (PAN/LCD/GRN ; CNEDD, 2000). Ce programme est en lien avec le Plan National de l'Environnement pour un Développement Durable (PNEDD ; SE/CNEDD, 1998), document de référence, s'il en est, en matière de préservation de l'environnement en relation avec le développement durable.

Dans ce cadre, la disponibilité d'informations fiables est essentielle. Le Niger, en rapport avec l'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS) a vite perçu la nécessité de se doter d'une structure de collecte et de traitement de l'information environnementale (OSS et INSAH, 1993 ; OSS, 1994). Ainsi la Stratégie de Développement Rural, à travers son « Programme 10 : préservation de l'environnement », préconisait d'une part la mise en place d'un Observatoire National de la Biodiversité pour la conservation de la biodiversité, et d'autre part la création d'un Centre National de Suivi Ecologique pour la surveillance à long terme des changements environnementaux. Aussi assiste-t-on tout naturellement à la création du Réseau national d'Observatoires de Surveillance écologique et environnementale à long terme (ROSELT) (Autissier, 2002), un réseau qui, par définition, a pour mission de fournir des données fiables et des indicateurs pertinents pouvant permettre de concevoir des programmes et projets conséquents capables d'atténuer les effets de la désertification. Le dispositif national d'observation s'est d'abord développé dans le cadre de la cellule ROSELT Niger mise en place pour coordonner les activités au niveau des observatoires. La reconnaissance au plan national de ce dispositif s'est ensuite concrétisée par la création dès 2007 d'un Centre National de Surveillance Ecologique et Environnementale (CNSEE). Ses attributions et son cadre organisationnel se précisent en octobre 2010 par décret 2010 -78 PCSRD/MEELLCD du 21 octobre 2010.

Partant des acquis du ROSELT – Niger en l'occurrence des observatoires de surveillance écologique et environnementale, le CNSEE devra conformément à ses missions (i) collecter et traiter des données biophysiques ou socioéconomiques pertinentes relatives aux conventions internationales sur la désertification, la biodiversité et les changements et variabilités climatiques ; (ii) générer et publier les informations relatives aux effets à moyen et long termes, des actions de gestion des ressources naturelles sur les milieux physiques et humains ainsi que sur l'économie (Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement, 2010).

Les questionnements ayant prévalu au choix du dispositif d'observation national, faut-il le rappeler se rapportaient à leurs configurations, au zonage, à leur représentativité, à leur fonctions, à la prise en compte de l'alerte précoce et au lien avec le système national de Suivi Evaluation.

En tout état de cause, le dispositif d'observations devra permettre à terme une meilleure compréhension des mécanismes de la désertification, un renforcement des capacités des structures de suivi des indicateurs de la désertification, un appui à la prise de décisions politiques en matière de lutte contre la désertification, la production de modèles, l'identification des impacts des interventions et la définition de seuils d'impacts, ainsi que la formation des scolaires, des universitaires et des paysans au suivi environnemental.

Enfin, le dispositif d'observations assurera la fonction de labellisation de technologies de lutte contre la désertification (par leur validation sur les sites d'études d'impacts des projets).

Pour ce faire, et partant de la configuration (représentativité) des sites, les observatoires devront donner une image précise des mécanismes et processus au niveau d'une strate territoriale bien définies. En ce sens, leur configuration doit restituer la trame des différents milieux écologiques. Aussi, la configuration devra-t-elle être basée sur une stratification ou un zonage rigoureux de l'espace nigérien.

En outre, le mode d'extrapolation entre les niveaux local, communal, départemental, régional et national nécessite tout aussi bien des moyens techniques que des compétences scientifiques techniques et politiques. Pour ce faire, il a été jugé nécessaire de disposer,

i) d'acteurs/partenaires potentiels à même de conduire la collecte, le traitement, l'archivage et la diffusion des données ;

ii) d'un comité de pilotage dont l'ancrage est le Ministère en charge de l'environnement et de l'hydraulique. Ce comité est constitué pour l'essentiel d'institutions nationales de développement concernées par la gestion des ressources naturelles et d'institutions de recherche identifiées comme points focaux,

iii) d'un comité scientifique chargé d'orienter, définir et valider les méthodologies et résultats en relations avec l'opérateur régional (OSS) ;

iv) de structures de collecte, de traitement et de stockage, archivage des données ;

v) de partenaires avec lesquels des accords plus ou moins formels sont passés: Institutions nationales (Institut National de Recherche Agronomique (INRAN), Direction de la Météorologie (DMN), Système d'Information Géographique du Niger (SIGNER), Université Abdou Moumouni de Niamey (UAM)) et régionales (Centre Régional AGRHYMET, ACMAD), des projets et programmes (Projet promotion de l'Irrigation privée (PIPP), Projet de Développement des Exportations et des Marchés Agro-Sylvo-Pastoraux (PRODEX), Projet de Sécurisation des Systèmes Pastoraux (PSSP), Projet de Lutte Contre l'Enselement des Cuvettes Oasiennes (PLECO) etc.).

Les préoccupations centrales concernent la synergie et la coordination des institutions en charge de la collecte de données susceptibles d'alimenter le tableau de bord, ainsi que l'harmonisation des méthodologies de collecte des données. Enfin, l'évaluation des projets (enjeux de méthode et de résultats) et l'éducation environnementale sont aussi des axes importants du dispositif d'observations.

II – Les descripteurs biophysiques

S'agissant des données, les réflexions initiales ont consisté en l'identification de trois catégories de descripteurs susceptibles de constituer un kit minimum.

Les descripteurs biophysiques sont relatifs à la végétation, au climat, aux sols, à l'eau et à la faune (ROSELT/OSS, 1995). Ils comprennent : les paramètres météorologiques (pluviosité, température, ETP, etc.), les états de surface des sols (recouvrement, loupes d'érosion, etc.), la composition physico-chimique des sols, les teneurs en matière organique, la productivité végétale (phytomasse herbacée et ligneuse, rendements agricoles, etc.), la biodiversité végétale et animale (domestique, sauvage, habitats), l'hydrologie (piézométrie en l'occurrence et qualité des eaux), la charge pastorale et la dynamique de la population des espèces fauniques menacées (Girafe, Lamantin, hippopotame, etc.).

III – Les descripteurs socio-économiques

Les descripteurs socio-économiques concernent les aspects économiques et socioculturels et se rapportent à la population (effectif, composition, densité, flux migratoires...), aux pratiques foncières (actes et faits fonciers, etc.), aux usages des ressources (agriculture, élevage, pêche, etc.). Ils incluent le niveau d'éducation des populations, les revenus monétaires des ménages et le niveau de satisfaction des besoins des populations (eau, bois, alimentation, santé, etc.).

IV – Les descripteurs à l'interface

A ce niveau, il est questions de prendre en compte des descripteurs se situant à l'interface des descripteurs biophysiques et socio-économiques comme la disponibilité et les règles d'utilisation des ressources, la typologie des exploitations (nombre d'actifs agricoles, de champs, matériel agricole, superficies exploitées, systèmes de culture, pratiques de gestion de la fertilité des terres, innovations technologiques, etc.), l'évolution des superficies exploitées dans les terroirs et les prélèvements faits sur des ressources naturelles.

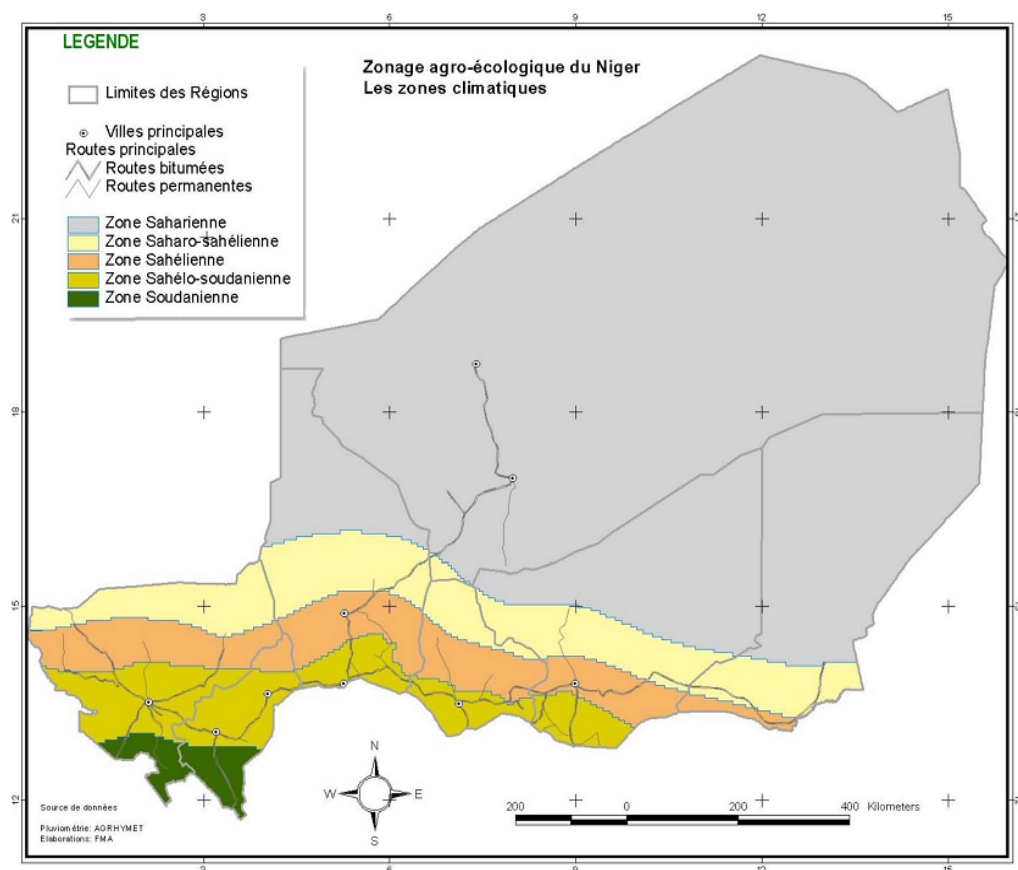
V – Les descripteurs liés à l'impact de techniques et de projets

Il s'agit des descripteurs liés à l'impact des techniques de conservation des sols et de régénération des ligneux, ainsi que de projets de gestion des ressources naturelles sur l'économie locale. Ils traitent pour l'essentiel des aspects suivants: l'augmentation des rendements agricoles, l'augmentation de la production sylvo-pastorale, le suivi du ravinement, les taux d'occupation des sols, les effets des techniques de Conservation des Eaux du Sol et de la Défense et Restauration des Sols (CES/DRS) sur la dynamique des ressources naturelles, l'impact des aménagements sur l'occupation spatiale, sur la diversité biologique et sur la désertification (à travers l'évolution de l'occupation des sols), et sur les changements climatiques (à travers l'analyse des données météorologiques)

VI – Le dispositif de surveillance écologique du Niger

La conception du dispositif national de surveillance du Niger est basée sur une certaine représentativité des territoires d'observation tenant compte des grandes zones éco climatiques du Niger (Fig.1), des macro zones agro-climatiques (Fig. 2) et des grandes subdivisions phytogéographiques (Fig. 3).

Figure 1. Zonage agro-écologique du Niger, les zones climatiques



Source : AGRHYMET, 2004

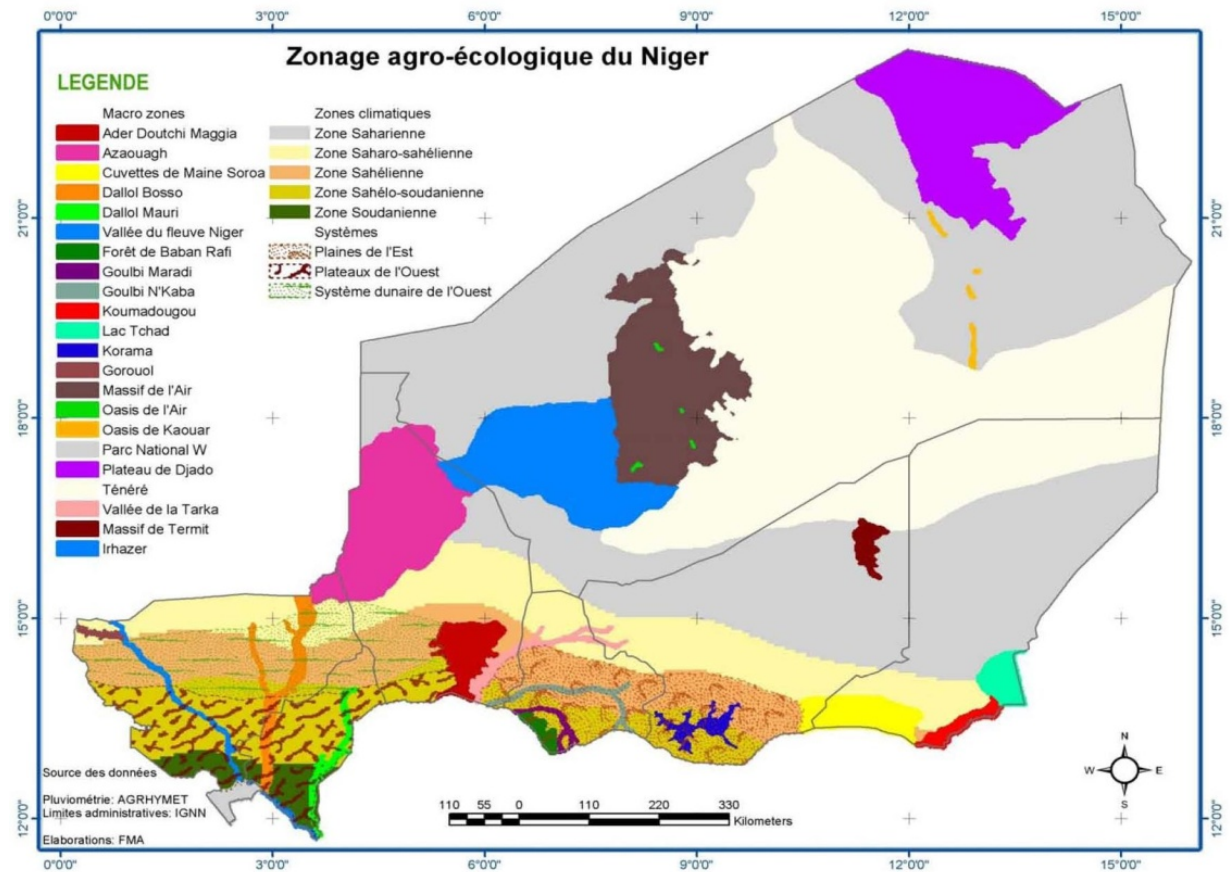
Partant des zones biogéographiques, on distingue 4 zones climatiques auxquelles correspondent les formations végétales suivantes (Fig. 1 et 3) :

- La zone sahélo soudanienne, qui couvre le sud-ouest du pays et qui représente environ 1% de la superficie totale. C'est la partie la plus arrosée du pays avec une pluviométrie supérieure à 600 mm par an. Elle est le domaine des savanes arborées, arbustives dégradées et des forêts galeries. La végétation des savanes est caractérisée par une strate herbacée continue où dominent les graminées de grande taille. Cette région à vocation agricole est la plus peuplée du pays.
- La zone sahélienne, qui couvre environ 10% du pays, reçoit de 350 à 600 mm de pluie. Elle est caractérisée par une végétation qui passe des formations contractées ou arbustives dans la partie septentrionale à des types plus diffus dans le sud : steppes arborées et arbustives et « brousse tigrée ». C'est une zone à vocation agricole avec une grande composante pastorale, et qui est soumise à une exploitation intense du fait de la pression démographique.

- La zone sahélo saharienne, qui représente environ 12% de la superficie du pays et reçoit 150 mm à 350 mm de pluie. Elle est caractérisée par une végétation de steppes herbacées et arbustives dominées par les espèces graminéennes.
- La zone saharienne, désertique, qui couvre 77% du pays, reçoit moins de 100 mm de pluie en moyenne par an. Toutefois, la partie sud-ouest de l'Aïr, constitue un îlot plus humide qui recueille annuellement environ 200 mm de hauteur d'eau. La végétation se concentre dans les vallées de l'Aïr et dans les oasis situées aux pieds des falaises du KAWAR.

A l'intérieur de ces ensembles éco-climatiques, on peut distinguer des zones agro-écologiques illustrées par la figure 2.

Figure 2. Zonage agro-écologique du Niger, agro-systèmes et ensembles bioclimatiques



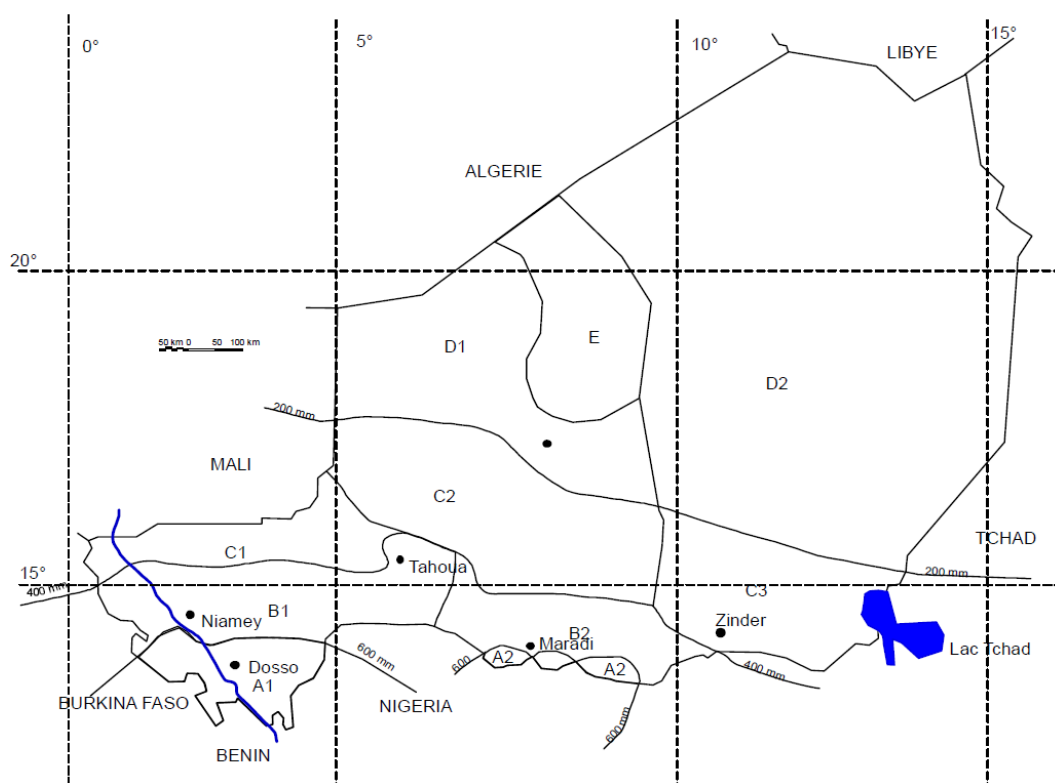
Source : AGRHYMET, 2004

La surveillance de l'environnement s'effectue à travers un réseau d'observatoires judicieusement installés dans tout le pays et qui tiennent compte de la diversité écologique nationale. C'est sur cette base que les neuf observatoires suivants ont été choisis et installés.

- *L'Observatoire Aïr – T énééré* : surveillance des écosystèmes particuliers constituant cette partie du Sahara nigérien, de la faune sauvage ainsi que de l'évolution de l'hydrologie ;
- *L'Observatoire Tahoua – Kei ta – Tilla béri Nord* : suivi et évaluation des impacts des projets et programmes de développement, d'aménagement et de gestion des terroirs ;
- *L'Observatoire Torodi – Dant iandou – T ondikandia* : surveillance de la désertification en rapport avec la dynamique des systèmes de production dans l'Ouest du Niger ;
- *L'Observatoire F almey –G aya* : surveillance de la dynamique des systèmes de production en zone humide (Saadou, 2005) ;
- *L'Observatoire Azawak* : suivi environnemental orienté sur les systèmes pastoraux ;
- *L'Observatoire Z nder* : dynamique des systèmes de production intégrant la problématique de la migration des populations et la mobilité des systèmes pastoraux ;
- *L'Observatoire Maradi – Mayahi – Dakoro* : dynamique des systèmes de production dans un contexte de très forte concentration de population et sous influence des échanges commerciaux transfrontaliers (De Miranda, 1980 ; Yamba, 2005) ;
- *L'Observatoire Tamou* : dynamique de l'occupation de l'espace dans une zone de forte migration de population (Boureima, 2005) ;
- *L'Observatoire Diffa* : suivi de la dynamique des vents, de l'ensablement et du phénomène de la désertification.

Chaque observatoire est donc représentatif d'un domaine de spécialisation tenant compte de la spécificité de son environnement (Fig 3).

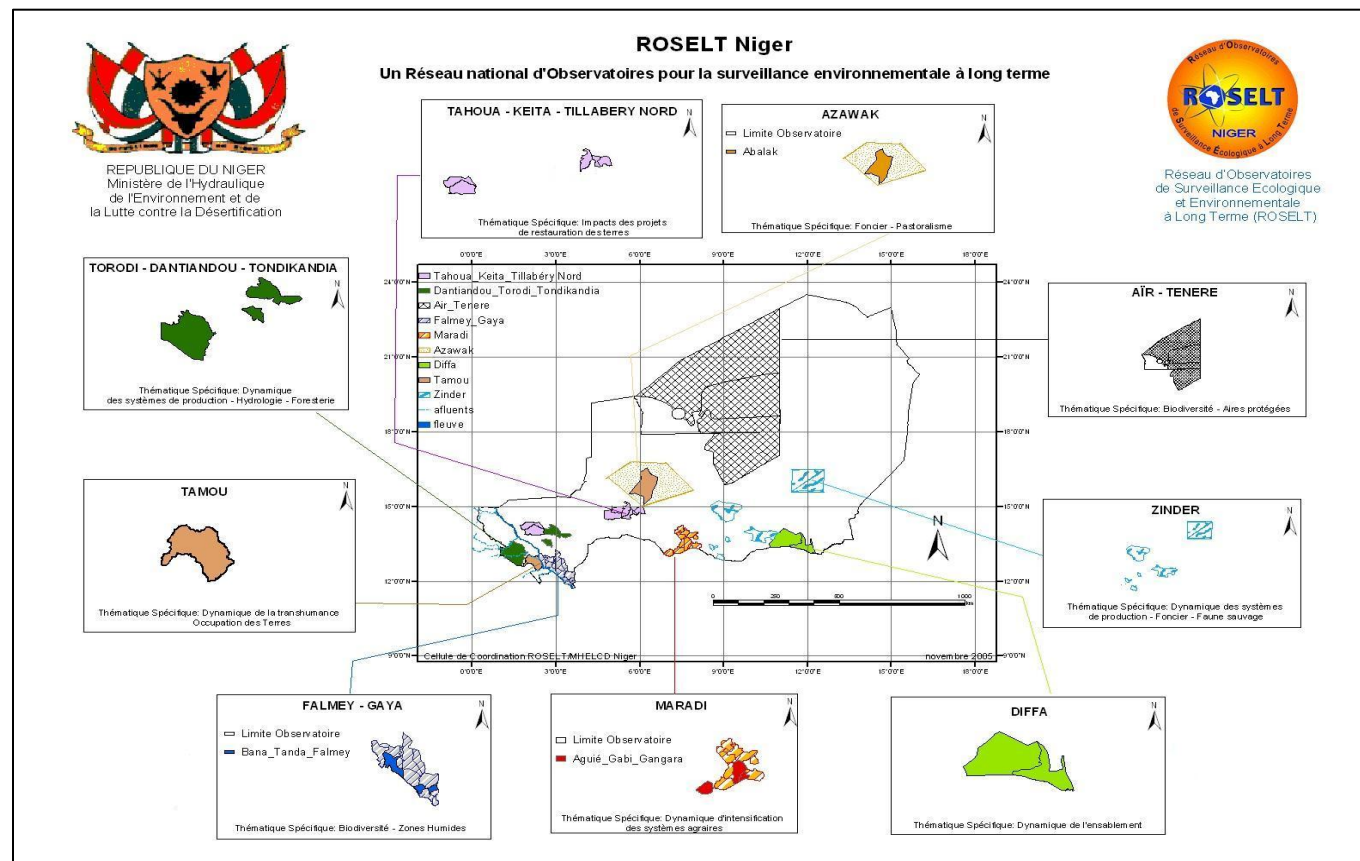
Figure 3. Subdivisions phytogéographiques du Niger



Source : Saadou, 1990

La figure 4 illustre la distribution spatiale des observatoires.

Figure 4. Réseau national d'observatoires pour la surveillance environnementale à long terme



Source : Cellule ROSELT-Niger, 2003

VII – Conclusion

Ainsi, ce maillage national, animé par des responsables scientifiques de haut niveau, permet de suivre, au plus près, l'évolution de notre environnement et de fournir aux autorités compétentes les données essentielles et les informations fiables pour la prise de décisions en matière d'environnement et de développement.

Dans un monde interdépendant, ROSELT-Niger a bien évidemment inscrit son action dans un cadre de partenariat avec plusieurs structures tant nationales qu'internationales, aux missions analogues ou complémentaires, cadre pouvant l'aider à mener sa mission avec un maximum d'efficacité.

C'est le lieu de souligner, pour s'en féliciter, l'appui bienveillant de l'Observatoire du Sahara et du Sahel et de la France (Le fonds de Solidarité Prioritaires et l'Agence Française de Développement) à la mise en place et au fonctionnement de ce dispositif national, « ROSELT-Niger ». Est-il alors nécessaire de rappeler que ces partenaires continuent, aujourd'hui encore, de contribuer au maintien et à l'extension des activités de suivi écologique et environnemental et à la mise en œuvre des accords multilatéraux sur l'environnement (AME) ?

ROSELT-Niger se veut donc être un instrument de veille ; un instrument de collecte et de traitement de l'information environnementale permettant au pays d'améliorer son potentiel de connaissances sur le fonctionnement et l'évolution des écosystèmes, sur les déséquilibres environnementaux actuels, etc. Il permet, et c'est là aussi sa mission, de mieux faire comprendre les effets des perturbations naturelles et anthropiques, et de favoriser la prise de décisions idoines en matière d'environnement par la disponibilité de données fiables et pertinentes.

Secteur transversal en matière de développement, l'environnement reste au cœur des préoccupations des autorités nigériennes. En effet, la situation écologique du pays impose plus que jamais la maîtrise du processus de désertification. Ce faisant, la prise en compte d'indicateurs homogènes dans les projets de développement et une connaissance appropriée des paramètres qui entrent en jeu sont des préalables déterminants.

Dans ce contexte, la mise en place d'un réseau d'observatoires sur l'environnement permettra non seulement de collecter, traiter et analyser les données, mais aussi d'échanger les informations entre les différents acteurs pour mieux comprendre et apprécier les phénomènes, les effets de la sécheresse et de la désertification, sur le capital productif de la population.

Si la désertification est reconnue et acceptée comme une source de pauvreté dans nos pays où elle sévit avec une certaine acuité, il est indispensable alors d'en maîtriser l'évolution. A terme, il faut viser une restauration de cet environnement et créer les conditions d'une exploitation et d'une utilisation beaucoup plus rationnelles de nos ressources naturelles. Il faut alors veiller à améliorer et à garantir durablement la sécurité alimentaire des populations.

Le Centre National à travers son programme « ROSELT-Niger » s'inscrit dans cette dynamique de lutte et entend contribuer de son mieux à l'atteinte des objectifs de développement que le Niger s'est assignés.

Références :

AGRHYMET. 2004. *Carte de zonage agro-écologique du Niger.* Niamey : Centre Régional AGRHYMET.

Autissier V. 2002. *Appui à l'identification et à la caractérisation du réseau national d'observatoires de surveillance écologique à long terme au Niger.* 46 p.

- Boureima A. 2005.** *Rapport scientifique de l'observatoire de Tamou.* Niger : ROSELT. 56 p.
- Cellule ROSELT. 2003.** *Rapport de lancement du Projet ROSELT Niger.* 8 p.
- CNEDD. 2000.** *Programme d'action national de lutte contre la désertification et de gestion des ressources naturelles (PAN-LCD/GRN)* [en ligne]. Niamey : CNEDD. p 80. [consulté en mars 2012].
http://www.cnedd-niger.org/lois/pan_lcd_grn.pdf
- De Miranda E.E. 1980.** *Essai sur les déséquilibres écologiques et agricoles en zone tropicale semi-aride : le cas de la région de Maradi au Niger. 1. Qualification écologique de l'espace rural. 2. Etude de trois villages Haoussas.* Thèse Dr. d'Ingénieur en Sciences Biologiques Fondamentales et Appliquées : Université de Montpellier II (France). 205 p.
- Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement. 2010.** *Décret portant attribution et organisation du CNSE.* Niamey : Ministère de l'Hydraulique et de l'Environnement.
- OSS, INSAH.1993.** *Inventaire des sites d'observatoires de suivi écologique à long terme dans la sous-région ouest africaine, zone CILSS : Sahel Est et Centre : Burkina Faso, Mali, Niger, Tchad.* 55 p.
- OSS. 1994.** *Rapport de labellisation des observatoires Circum Sahara, OSS, IARE.*
- ROSELT/OSS. 1995.** *Fiches de synthèse des observatoires labellisés par l'OSS en août 1995.* Montpellier : coordination régionale ROSELT, IARE.
- Saadou M. 1990.** *Subdivisions phytogéographiques du Niger.*
- Saadou M. 2005.** *Etat de référence de l'observatoire de Falmey-Gaya.* 83 p. Niger : ROSELT, 2005.
- SE/CNEDD. 1998.** *Plan National de l'Environnement pour un Développement Durable* [en ligne]. Niger : SE/CNEDD, PNUD. 114 p. [consulté en mars 2012].
<http://bch-cbd.naturalsciences.be/niger/ner-fra/implementation/documents/pnedd/docentier.htm>
- Yamba. B. 2005.** *Observatoire de Maradi-Mayahi-Dakoro, Rapport de caractérisation.* Niamey : Ministère de l'Hydraulique, de l'Environnement et de la Lutte contre la Désertification, République du Niger. 171 p.

Conclusion

Mélanie Requier-Desjardins*, Nabil Ben Khatra et Mourad Briki****

* CIHEAM-IAMM, France, UMR MOISA / CSFD

**Observatoire du Sahara et du Sahel

La surveillance environnementale est aujourd'hui une mission de développement qui dépasse le seul cadre scientifique.

En effet et comme le montrent les trois récits sur l'institutionnalisation de la surveillance environnementale, la mise en œuvre de systèmes de suivi de l'environnement est une des réponses apportées par les Etats pour pallier le manque de données et d'informations nécessaires à une prise de décision rationnelle et éclairée. Les conventions internationales sur l'environnement, et en particulier la CCD accordent une importance particulière à cette question.

Les Etats et les régions rencontrent toutefois des difficultés à produire les informations requises pour de multiples raisons: d'une part, la connaissance et les méthodes de suivi et d'évaluation ne sont pas stabilisées, ni harmonisées; d'autre part, il faut du temps pour intégrer dans les administrations et les systèmes de planification les capacités humaines et financières, ainsi que les dispositifs permettant la production régulière de telles informations. Si des avancées sont indéniables dans la région et les pays du circum Sahara, il reste néanmoins beaucoup à concrétiser.

L'histoire des réseaux d'observatoires, notamment le ROSELT/OSS mais aussi l'expérience du BIOTA Afrique et du MEDWET sur les zones humides méditerranéennes, montre les difficultés d'une connexion entre observation et décision, entre chercheurs, scientifiques et décideurs nationaux et locaux. Pour y remédier, il apparaît important de définir et prioriser en amont les produits de la surveillance environnementale qui sont utiles pour les décideurs. On retiendra pour exemple les paiements pour les services environnementaux qui sont fondés sur l'évaluation de ces services et sur le rôle des différents acteurs dans leur production. Une meilleure valorisation de la contribution de la surveillance environnementale au développement devrait aussi se faire en aval à travers la mise en place d'une stratégie de communication.

Les avancées en matière de formation des scientifiques et de montage institutionnel des observatoires sont tout autant importantes pour aller vers des objectifs conjoints de compréhension et d'action. Il est ici essentiel de différencier et d'articuler des composantes de recherche visant l'amélioration de la connaissance et une meilleure analyse des dynamiques ressources-populations à côté d'une composante technique ciblant la production d'une information régulière et simplifiée au service de structures publiques de développement.

La difficulté dans l'appropriation institutionnelle des systèmes de surveillance environnementale par les pays est réelle, traduite notamment par des financements irréguliers, souvent soutenus par les projets de coopération internationale. Or, cet ancrage est nécessaire pour que ces dispositifs soient utiles et valorisés par les pays dans le cadre de leurs stratégies nationales de développement.

Issu des différentes expériences rapportées en matière d'observations environnementale, un autre constat porte sur les questions d'échelle: échelles d'observation d'une part, échelles de développement d'autre part, enfin, échelles d'analyse et de *reporting*. En effet, les décisions de politiques nationales en matière de planification paraissent souvent indépendantes, parfois dissociées des réalités institutionnelles locales. Dès lors, en quoi des dispositifs de surveillance

environnementale le plus souvent mis en place localement apportent-ils une information réellement utile aux décideurs nationaux, c'est-à-dire qui soit répercutée dans des stratégies nationales et des actions de développement?

Il apparaît nécessaire de distinguer d'une part le lien et l'articulation entre le niveau local (dans un premier temps celui de l'observation) et le niveau national (celui de la prise de décision en matière d'orientations de développement), d'autre part, l'articulation entre le niveau national (celui de l'élaboration des informations sur la surveillance nationale de l'environnement) et celui supranational (qui concerne la représentation du pays à l'international, et sa participation aux négociations dans les conventions). Cela met en évidence deux façons de comprendre le statut de l'échelle nationale par rapport à la surveillance environnementale: l'échelle nationale est celle qui porte les choix de développement et c'est aussi l'échelle qui organise, synthétise et intègre les informations environnementales disponibles. Ces deux entendements ne peuvent être déconnectés et au contraire devraient s'alimenter.

Ceci amène également une autre question, assez peu abordée, mais néanmoins pertinente en termes de perspectives pour la surveillance environnementale. Elle concerne plus spécifiquement la décentralisation des processus de développement. En effet, concernant les ressources naturelles, surtout dans des régions où elles sont limitées, les enjeux portent aussi sur la maîtrise des territoires par les administrations et par les populations. La mise en place d'outils de suivi de l'environnement est potentiellement le vecteur d'un renforcement de capacités de structures décentralisées qui sont, dans la plupart des pays considérées, encore peu opérationnelles. Dans ce cadre, des collaborations entre chercheurs et décideurs nationaux et locaux permettraient une meilleure intégration de l'observation au niveau local dans des processus de développement territoriaux.

La synergie entre cadres locaux et nationaux de la surveillance environnementale (administratifs, chercheurs, techniciens, décideurs) est donc aussi à rechercher dans la qualité des montages institutionnels, et en référence aux politiques de gouvernance décentralisée et de actuellement mise en œuvre dans la majorité des pays du circum Sahara.

Deux nécessités s'affirment : d'abord lier la surveillance environnementale aux enjeux de développement et aux outils de mise en œuvre du développement dans le cadre d'une bonne opérationnalité ; ensuite faire des systèmes de surveillance environnementale des instruments de bonne gouvernance, ce qui exige l'implication de différents groupes d'acteurs (publics, privés, associatifs etc.).

Ces besoins peuvent être déclinés en trois enjeux principaux pour des dispositifs nationaux pérennes de surveillance environnementale.

Un premier enjeu concerne la communication et l'ajustement de différentes temporalités : pour le décideur en effet, la donnée doit être disponible et compréhensible pour l'exercice de planification à une période précise, celle de l'élaboration du Plan de finances. Or, la temporalité des scientifiques et des décideurs diffèrent souvent ; ainsi les délais de compréhension des phénomènes environnementaux ne sont pas toujours adaptés aux besoins immédiats de l'aide à la décision.

La traduction des résultats est aussi importante: les quantifications économiques et financières, par exemple les bénéfices des actions curatives et les coûts évités par les actions préventives, ainsi que les exercices prospectifs peuvent faciliter l'exercice de planification. Cela permet la prise en compte des données environnementales dans les processus de développement sous formes d'activités programmées. A noter cependant que ces évaluations posent en retour un certain nombre de défis scientifiques.

Le second enjeu, d'ordre institutionnel, vise la définition même du DNSE, présenté à plusieurs reprises comme une plate-forme institutionnelle et un cadre d'échanges et de collaboration. Cette plate-forme qui permet la coordination des structures nationales impliquées dans la collecte, la mise à jour, l'analyse et l'archivage des données (exemple du CNSEE Niger), facilite

le lien avec les structures en charge du développement en fournissant les informations utiles pour la décision, par exemple en matière de développement rural et territorial.

Cet enjeu concerne également la cohérence des financements : une relation contractuelle avec les projets peut être possible sur la base d'un financement continu et minimal de l'Etat.

Enfin, *un dernier enjeu* porte sur la formation : en effet, la pérennisation d'un DNSE implique et passe par la formation de jeunes chercheurs comme par celle des cadres de la surveillance à différentes échelles.

Annexes

Annexe 1
Document de concept du séminaire de Tunis
1^{er} et 2 juin 2011



OBSERVATOIRE DU SAHARA ET DU SAHEL

SAHARA AND SAHEL OBSERVATORY



Les systèmes de surveillance, outils
de gestion, de planification et de mise
en œuvre synergique des conventions
environnementales :
Enjeux et défis au circum Sahara

I - Contexte

Le monde fait face aujourd'hui à un ensemble de problèmes environnementaux très menaçants : des sécheresses prolongées plus fréquentes, une perte de la biodiversité, une raréfaction de l'eau douce de qualité, une dégradation des écosystèmes terrestres et aquatiques, l'accroissement de l'érosion éolienne, la modification de la composition chimique de l'atmosphère, une élévation déjà perceptible du niveau de la mer, etc.

En 1992, lors de la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement (CNUED) de Rio, la communauté internationale a adopté un programme d'actions pour le 21^{ème} siècle, appelé Action 21 ou Agenda 21. Cet agenda demeure la référence pour la mise en œuvre d'un développement durable à différentes échelles et en développe les dimensions sociales et environnementales, notamment la santé, l'habitat, l'agriculture, la gestion des ressources en eau et l'assainissement, la gestion des écosystèmes, la gestion des déchets, la pollution atmosphérique et la dégradation des terres. Les pays qui se sont engagés à l'appliquer le déclinent sur leur territoire aux échelles nationales, régionales mais aussi locales, par exemple à travers la réalisation d'Agendas 21 locaux.

Pour répondre aux préoccupations environnementales et de développement, de nombreux traités et conventions ont également été ratifiés parmi lesquelles dès les années 1970, la Convention RAMSAR, traité international visant la protection des zones humides, puis les trois Conventions des Nations Unies issues du Sommet de Rio en 1992 à savoir la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (UNFCCC), la Convention des Nations Unies sur la Biodiversité (UNCBD) et la Convention des Nations Unies sur la Lutte Contre la Désertification (UNCCD).

Les Conventions de Rio et celle de RAMSAR partagent plusieurs objectifs et la plupart de leurs modes de fonctionnement :

- Leur premier objectif est de contribuer à un développement durable, par une gestion appropriée de l'environnement biophysique ;
- Afin d'être un outil pour l'aide à la décision et la planification du développement, elles cherchent à identifier des interactions entre les déterminants économiques et sociaux de l'environnement et les aspects biophysiques de son fonctionnement ;
- Au plan du fonctionnement, elles réunissent à intervalles réguliers l'ensemble des pays Parties pour prendre les décisions collectives nécessaires à une bonne gestion environnementale ;
- Au plan institutionnel, elles cherchent à organiser le suivi de l'état des composantes de l'environnement à travers la mise en place de mécanismes institutionnels appropriés au sein des pays comme à l'échelle mondiale, pour faciliter l'atteinte de leurs objectifs ;
- Enfin, elles témoignent d'évolution commune dans leurs priorités et préoccupations : par exemple, pour mieux servir la décision politique, elles se préoccupent désormais de mesurer les impacts économiques (et sociaux) des dégradations de l'environnement,

ainsi que le coût de sa restauration : le rapport Stern en 2007 sur l'Economie des écosystèmes et de la biodiversité en 2009 en témoigne. Pour l'UNCCD, ces enjeux seront l'objet de sa prochaine conférence scientifique en 2012 ; quant à RAMSAR, elle cherche à améliorer la mesure économique des services rendus par les écosystèmes des zones humides.

Cette synergie dans les objectifs et les modes de fonctionnement implique de réfléchir sur les possibilités de recueil de résultats combinés ou mutuellement utiles dans une perspective commune de développement durable. Elle peut se concrétiser, notamment, par la coopération et la collaboration en matière de collecte et de traitement de données et de partage de l'information préalable à la mise en œuvre d'actions cohérentes et concertées.

Les données et informations constituent l'outil de base pour toute action en matière de gestion des ressources naturelles. En effet, et dans ce cadre en particulier, l'élaboration des stratégies nationales et leur déclinaison en programmes et projets décentralisés ne peut se matérialiser que sur la base d'informations pertinentes et validées.

Cependant, on peut constater que dans de nombreux pays, la mise en œuvre de ces différents traités et conventions est gérée par des départements différents relevant parfois de tutelles différentes qui, de plus, disposent rarement de données de base et de moyens, autant humains que matériels, pour la collecte de telles données.

Ainsi, une réflexion mérite d'être conduite à plusieurs niveaux sur la nécessité de la mise en place de mécanismes et de normes standardisées.

Cela concerne en particulier la gestion et la diffusion de l'information. La mise en place de tels mécanismes serviraient en effet l'alimentation de tableaux de bord nationaux pour le suivi des activités traduisant les politiques et stratégies environnementales dans le cadre des processus de développement durable. D'autre part, ils pourraient améliorer le suivi de la mise en œuvre des traités et Conventions et, grâce à leur synergie, faciliter l'atteinte de meilleurs résultats techniques sur le terrain ainsi qu'une meilleure efficacité sur le plan économique.

I.1 - Mise en œuvre des AME au circum Sahara : Acquis et difficultés

Le Circum Sahara est une région à écosystèmes très fragiles, composée principalement de zones hyperarides, arides, semi-arides et subhumides sèches qui se caractérisent par des conditions climatiques souvent extrêmes. Cette région est aux niveaux continental et mondial, parmi celles qui connaissent les pressions les plus fortes sur les ressources naturelles.

Ces pressions sont notamment dues à l'accroissement combiné de la population et du cheptel, à la disparition des modes de gestion traditionnels et collectifs de l'espace sans évolution progressive vers des mécanismes adaptés aux nouvelles réalités locales, ainsi qu'à l'instabilité institutionnelle et sociale dans certaines régions.

La globalisation de l'économie tout comme les pressions du développement incitent les populations à adopter de nouveaux modes de consommation et de production afin d'améliorer leurs conditions de vie. Il en découle une plus grande sollicitation des ressources naturelles au-delà de leur capacité de reconstitution.

Par ailleurs, la détérioration des conditions climatiques, agit comme un facteur amplifiant la dégradation des terres, la perte de la diversité biologique et la dégradation des ressources en eau. La crise environnementale qui en découle, est d'autant plus durement ressentie dans ces

zones que le niveau de développement y est resté étroitement dépendant des ressources naturelles.

Dans le cadre de la mise en œuvre des AME, des initiatives ont été adoptées tant au niveau national, que sous-régional et régional, conformément aux engagements des Etats parties. Différents programmes d'actions environnementaux, qu'ils soient globaux ou spécifiques aux différentes conventions, ont été élaborés et adoptés.

Cependant en dépit des multiples efforts consentis pour la mise en œuvre de ces Conventions, les résultats escomptés ne semblent pas avoir été atteints en raison de contraintes multiformes, dont les principales peuvent être résumées comme suit :

- Faible capacité institutionnelle des pays affectés pour une mise en œuvre de façon synergique des trois Conventions post Rio ;
- Gestion sectorielle de l'environnement (désertification, biodiversité, climat, zones humides etc) rendant difficile l'intégration des principes des Conventions environnementales dans les programmes nationaux de développement comme la prise en compte des aspects socio-économiques, la participation de tous les acteurs, le lien avec les changements climatiques etc ;
- Faible capacité des ressources humaines et financières pour soutenir la mise en œuvre des stratégies environnementales ;
- Absence ou faible opérationnalité des systèmes d'information environnementale pouvant éclairer la prise de décision et appuyer le processus de planification du développement.

I.2 – Pré-requis de la synergie des conventions : l'infrastructure informationnelle

Les objectifs partagés et les similitudes entre les Conventions d'une part, et l'existence de départements différents pour la mise en œuvre des trois Conventions dans les pays Parties, d'autre part, incitent à une réflexion sur la nécessité de la mise en place de mécanisme et de normes standard à différents niveaux qui fourniront des tableaux de bord pour le suivi de l'état de l'environnement et des activités de développement durable en général et de gestion et de diffusion de l'information en particulier. Cela aurait comme but d'améliorer la mise en œuvre des Conventions en réalisant une synergie entre elles : meilleurs résultats techniques sur terrain (impact des actions) et meilleure efficacité économique.

Cette synergie permet d'obtenir, à partir d'actions menées sur divers fronts, des résultats combinés utiles dans la perspective commune de développement durable de chacune des Conventions. Elle peut se concrétiser, notamment, par la coopération et la collaboration en matière de collecte de données et de partage d'information ainsi que par la tenue d'actions conjointes. Ainsi œuvrer pour la synergie des conventions doit nécessairement passer par l'harmonisation des outils de base de la planification : l'information. Il paraît ainsi évident que la première étape vers une réelle synergie entre les Conventions passe nécessairement par la cohérence et l'harmonisation des produits informationnels.

Les trois Conventions accordent une importance particulière au volet production et diffusion de l'information. Elles recommandent la mise en place de mécanismes de production, d'échange et de circulation d'informations à tous les niveaux de prise de décision.

Ainsi, la concrétisation de la synergie des Conventions passerait à travers la mise en commun des ressources pour le développement des outils de circulation de l'information et la création de portails uniques, de liens ou de « Clearing House Mechanism » CHM (systèmes d'informations partagés ou/et en réseau tels que par exemple un portail web unique). Ceci s'avère également

vrai pour le contenu (la donnée) : une donnée doit être produite par un seul acteur et utilisée par plusieurs, ou des indicateurs qui sont des outils de communication et d'information.

La synergie peut être pratiquée à différents niveaux et sur différents plans, tel qu'indiqué ci-dessous comme exemples :

- les ressources humaines et matérielles, au niveau des actions et des réalisations sur le terrain ;
- le partage de l'information qui constitue un pas vers la synergie des conventions ;
- l'utilisation des mêmes données, des mêmes repères et des mêmes indicateurs, est une condition sine qua non de la synergie des conventions.

I.3 - Les systèmes de surveillance de la désertification / environnementale : Etat actuel et perspectives

- Différentes analyses et investigations ont souligné la persistance de multiples contraintes qui entravent l'évolution vers un cadre intégré pour la surveillance environnementale. Malgré tous les efforts entrepris, notamment sous l'impulsion des AME issus du processus de Rio, le décalage entre l'offre actuelle et les besoins en informations pour l'aide à la prise de décision se maintient sinon semble s'accroître.
- En Afrique, hormis quelques expériences encourageantes, entreprises à un niveau national, les principaux systèmes opérationnels- produisant à partir de protocoles standardisés et à des fréquences régulières des informations fiables sur le suivi des ressources naturelles- ont une portée régionale et ont trait le plus souvent à la problématique de la sécurité alimentaire.
- Ces systèmes, très pertinents pour le suivi des campagnes agricoles et la prévision des catastrophes humanitaires engendrées par les famines, ne diffusent pas de données spécifiques au suivi de la désertification ni à l'impact des efforts entrepris pour la lutte contre la désertification. Par conséquent, elles n'apportent que très peu de valeur ajoutée à la prise de décision relative à la gestion des ressources naturelles en général et à la lutte contre la désertification en particulier.
- En matière de surveillance environnementale, des informations plus précises sont cependant requises pour élaborer des évaluations claires sur l'état des ressources naturelles dans une entité géographique donnée. Malheureusement, plusieurs difficultés techniques liées à la collecte des données persistent et entravent l'élaboration d'informations fiables, pertinentes et actualisées. Cette situation est, en outre, aggravée par l'absence de mécanismes institutionnels efficaces et inclusifs qui permettraient aux pays touchés de mettre en place des systèmes nationaux de surveillance opérationnels.
- Pour contrer ces difficultés, l'OSS a depuis sa création, œuvré pour une mise en synergie des compétences et expertises en vue de développer plusieurs outils et méthodes au profit de ses pays membres. En effet, et depuis une décennie, l'institution s'attèle à développer des approches innovantes dans sa zone d'action, telle la surveillance écologique, la surveillance environnementale, le suivi d'impact des actions de lutte contre la désertification, les systèmes d'alerte précoce à la sécheresse, etc. Ce sont là des expériences uniques sur le continent qui mériteraient d'être valorisées afin de contribuer à mieux informer les acteurs concernés et in fine, à une mise en œuvre efficace et synergique des AME et à l'évaluation de leur mise en œuvre.
- L'expérience du ROSELT/OSS (Réseau d'Observatoires de Surveillance Ecologique à Long Terme) en matière de surveillance au niveau local est de ce point de vue, très enrichissante au regard des acquis importants de ce programme qui a œuvré pour le renforcement des capacités des institutions nationales en charge des

activités de production d'information environnementales à partir des données collectées au niveau des observatoires locaux.

- Initialement conçu pour la surveillance écologique à travers le suivi de paramètres biophysiques, le ROSELT/OSS a ensuite intégré les aspects socio-économiques de la surveillance environnementale, mettant ainsi en application une approche holistique tenant compte des interactions entre l'homme et son environnement telle que prônée par la Convention UNCCD.
- Ce programme, fortement soutenu par des pays partenaires, a promu une formidable coopération entre les institutions scientifiques du Nord (particulièrement l'IRD) et celles des pays du Sud impliquées.
- Fort des acquis du ROSELT, l'OSS a lancé un processus visant la mise en place de dispositifs nationaux de surveillance environnementale (DNSE) au niveau de cinq de ses pays membres (Mali, Maroc, Niger, Sénégal et Tunisie). L'objectif est de mettre en place des systèmes de surveillance environnementale pérennes, parfaitement intégrés (aux plans technique et institutionnels) dans les systèmes nationaux d'information. Ces systèmes constituent un préalable à la synergie des Conventions post Rio.

II – Séminaire

II.1 - Objectifs et résultats attendus

Les expériences relatives au développement de systèmes d'observation environnementale pour l'élaboration de l'information utile sont encore peu nombreuses, souvent au stade démonstratif ou de réflexions plus ou moins académiques. Certaines bonnes pratiques dont les résultats commencent à être diffusés au niveau de quelques pays, confirment que la mise en place de tels dispositifs est une tâche de longue haleine qui doit prendre en compte autant les aspects scientifiques et techniques qu'institutionnels et organisationnels.

L'objectif principal du séminaire est d'identifier les pré-requis scientifiques, techniques, institutionnels et organisationnels nécessaires à la mise en œuvre et l'utilisation synergique des systèmes de surveillance environnementale à partir d'une analyse des acquis et des difficultés des expériences.

Le séminaire organisera la restitution conjointe de l'expérience de différents systèmes nationaux et régionaux de surveillance environnementaux. Il traitera en particulier du cas de la région circum-saharienne.

Dans ce cadre, les expériences de l'OSS en matière de systèmes de suivi, notamment celles des Dispositifs nationaux de Surveillance Environnementale (DNSE) constitueront un socle sur lequel élaborer la réflexion collective : le séminaire visera à tirer les leçons de ces expériences, en rappelant les objectifs ultimes de l'OSS et ceux des DNSE dans les pays partenaires ainsi qu'en présentant les acteurs des décisions aux échelles nationales et régionale.

Le bilan sera fait en explicitant les points forts et les points faibles de la mise en œuvre des DNSE, et leurs raisons principales, ce qui permettra de hiérarchiser les aspects concrets de la surveillance : la nature des besoins et des demandes des acteurs concernés aux différentes échelles et les thématiques prioritaires, les indicateurs prioritaires, le type de communication à privilégier, le calendrier du suivi et de la production des informations environnementales.

II.2 - Groupes cibles :

Afin de permettre des échanges et dialogues basés à la fois sur des expériences vécues et représentant différents points de vues, le séminaire réunira les acteurs clés dans l'exécution des activités du projet ROSELT/DNSE.

Il fera appel à des compétences complémentaires, en particulier :

- le partenariat avec le CIHEAM-IAMM sur son expérience en matière de développement rural en régions sèches et visera à alimenter les débats sur les questions socio-économiques, sous l'angle de l'évaluation, mais également des politiques opérationnelles et des implications d'ordre institutionnelles
- d'autres expériences en matière d'observation de l'environnement au service du développement seront sollicitées en vue d'enrichir les débats et les discussions,
- l'expertise du Comité Scientifique Français de la Désertification (CSFD) sera également mobilisée.

II.3 - Produits attendus :

- Un ensemble de recommandations (aux plans institutionnel et technique) et de réflexions de nature à faciliter la mise en œuvre de systèmes de surveillance environnementale opérationnels ;
- Une publication des actes de l'atelier sera coéditée par l'OSS et l'IAMM dans la revue du CIHEAM, Options Méditerranéennes, dans la collection Colloques et Séminaires. Cette publication est destinée à valoriser les communications présentées ainsi qu'à restituer les points clés de l'ensemble des débats, en particulier les dimensions méthodologiques.

L'accent sera mis sur les points suivants :

- Le ciblage du système de surveillance : pour quels utilisateurs le concevoir, pour quels bénéfices ? Avec quels leviers pour l'action et quelles conséquences en termes de langage de communication à utiliser ?
- La caractérisation des exigences pour la mise en place de systèmes de surveillance intégrés répondant aux attentes des principaux AME ;
- La prise en compte des aspects socio-économiques dans les systèmes de surveillance environnementale ;
- Les arrangements institutionnels pour l'opérationnalisation des systèmes de surveillance et l'intégration de leurs produits dans le processus décisionnel ;

Les liens à mettre en place entre les institutions de recherche et les acteurs de développement et le rôle à jouer par la société civile.

II.4 - Organisation pratique

Durée : deux jours

Nombre de participants prévus : 30 à 40

Organisateurs : OSS et CIHEAM-IAMM

Lieu : Tunis, Tunisie

1. Questions à débattre

En plus des thématiques spécifiques sus citées, qui seront abordées par les présentations programmées, un panel d'experts débattrà des aspects suivants :

- valorisation et intégration des outils et dispositifs existants de surveillance environnementale ;
- pertinence, représentativité et échelles des informations à produire ;
- pérennisation des systèmes de surveillance et aspects institutionnels y relatifs.

a. Programme

Le déroulement des travaux sera structuré autour des sessions suivantes :

Session inaugurale et introductive :

- présentation des objectifs du séminaire et de son déroulement.
- présentations introductives à la problématique:
- bref historique des systèmes de surveillance de l'environnement, quelles évolutions ?

Session 1 : Réseaux de surveillance : Objectifs, produits, résultats attendus et partenaires cibles (producteurs et utilisateurs)

Session 2 : Mise en place de la surveillance environnementale : aspects institutionnels

Session 3 : Dimension socio-économique de la surveillance environnementale : Objectifs et démarche d'intégration

Session 4 : Exigences des systèmes de surveillances intégrés utiles aux conventions post Rio

Session 5 : Place de la surveillance environnementale dans le processus du développement

Session de synthèse et de clôture : rapports des sessions techniques et débat, réactions du panel et conclusions, recommandations, suivi et consignes pour la publication des actes, clôture

b. Comité scientifique

Antoine Cornet, (CSFD, IRD, Président du séminaire), France

Richard Escadafal (CSFD, IRD), France

Mongi Seghaier (IRA), Tunisie

Wata Issoufou (CNSEE), Niger

Dalila Nedjraoui (USTHB), Algérie

Assize Toure (CSE), Sénégal

Ordre du jour de la 1^{ère} journée : le 1^{er} juin 2011

Heure	Objet	Intervenant
Session introductive		
08 h 30 – 09 h 00	Enregistrement des participants	Tous
09 h 00 – 09 h 15	Ouverture et présentation des objectifs	OSS-IAMM
09 h 15 – 09 h 45	Présentation Introductive Contextualisation : bref historique des systèmes de surveillance environnementale : quels besoins, acquis et perspectives ?	A. Cornet
09 h 45 – 10 h 30	Discussions	Tous
10 h 30 – 10 h 45	Pause-Café	
Session 1 : réseaux de surveillance : Objectifs, produits, résultats attendus et partenaires cibles (producteurs et utilisateurs)		
10 h 45 – 11 h 05	Acquis de l'expérience ROSELT au niveau du circum Sahara	OSS
11 h 05 – 11 h 25	Les expériences DYPEN et CAMELEO	CSFD – R. Escadafal
11 h 25– 11 h 45	Le réseau AMMA	OSS (Hervé Trebossen)
11 h 45 – 12 h 30	Discussions	Tous
12 h 30 – 14 h 00	Déjeuner	
Session 2 : Mise en place de la surveillance environnementale : aspects institutionnels		
14 h 00 – 14 h 20	Montage d'un observatoire et son architecture institutionnelle : expérience des ZH méditerranéennes	Tour du Valat
14 h 20 – 14 h 35	Maillon manqué entre la recherche et le développement	D. Nedjraoui
14 h 35 – 14 h 50	Présentation Maroc : pré-requis	HCEFLCD - Maroc
14 h 50 – 15 h 05	Expérience du Niger : d'une cellule ROSELT à un centre national	CNSEE - Niger
15 h 05 – 15 h 45	Discussions	Tous
15 h 45 – 16 h 00	Pause-Café	
Session 3: Dimension socio-économique dans les systèmes de surveillance environnementale : objectifs et démarche d'intégration		
16h 00 – 16 h 20	Enjeux et modes d'intégration de la dimension socio-économique dans les systèmes d'observations environnementale	(IAMM)
16 h 20 – 16 h 35	Volet socioéconomique de la surveillance environnementale : cas du Mali	STPCIGQE - Mali
16 h 35 – 16 h 50	Analyse de l'interaction entre les données socio-économiques et écologiques : synthèse régionale	M. Seghaier
16 h 50 – 17 h 30	Discussions	Tous

Ordre du jour de la 2^{ème} journée : 2 juin

Heure	Objet	Intervenant
Session 4: Exigences des systèmes de surveillances intégrés utiles aux conventions post Rio		
09 h 00 – 09 h 20	Des systèmes environnementaux intégrés : vers la synergie des conventions	S. Jauffret
09 h 20 – 09 h 40	La Surveillance environnementale en appui à la CCD	UCR-UNCCD
09 h 40 – 10 h 00	La Surveillance environnementale en appui à la CCC : les analyses de la vulnérabilité	GIZ
10 h 00 – 10 h 20	La Surveillance environnementale en appui à la CBD	Biota
10 h 20 – 11 h 00	Discussions	Tous
11 h 00 – 10 h 15	Pause-Café	
Session 5 : Place de la surveillance environnementale dans le processus du développement		
11 h 15 – 11 h 35	Constat sur les besoins en produits : l'exemple du processus REDD+	BM (Taoufiq Bennouna)
11 h 35 – 11 h 55	Valorisation de la donnée écologique et socio-économique pour la gestion des ressources naturelles	CSE - Sénégal
11 h 55 – 12 h 15	D'une approche conceptuelle à la production d'outils d'aide à la décision (SIEL)	IRA - Tunisie
12 h 15 – 13 h 00	Discussions	Tous
13 h 00 – 14 h 30	Déjeuner	
Session de synthèse et de clôture		
14 h 30 – 15 h 00	Rapports des sessions	OSS et IAMM
15 h 00 – 16 h 30	Table ronde ; surveillance environnementale	Panel d'experts
16 h 30 – 17 h 00	Recommandations et consignes pour la publication des actes	Tous
17 h 00 – 17 h 15	clôture	OSS
17 h 15 – 17 h 30	Pause-Café	

Annexe 2

Les 11 recommandations du séminaire de Tunis, 1^{er} et 2 juin 2011

« Les systèmes de surveillance, outils de gestion, de planification et de mise en œuvre synergique des conventions environnementales : Enjeux et défis au circum Sahara »

Les échanges riches et fructueux qui ont eu lieu durant le séminaire ont abouti à l'élaboration des 11 recommandations suivantes destinées à contribuer à l'élaboration de la stratégie 2020 de l'OSS et notamment de sa composante de surveillance environnementale :

1 – Prenant en compte l'importance des acquis présentés dans le cadre du SE par les pays membres du réseau ROSELT et par le réseau lui-même, il est recommandé de mettre en valeur ses acquis et leur utilité en particulier.

2 - Compte tenu de l'importance de la surveillance environnementale pour le développement, la gouvernance et l'élaboration des politiques, le séminaire recommande de prendre les mesures nécessaires pour favoriser l'intégration dans les politiques nationales des systèmes de surveillance environnementale.

3 - Dans cet ordre d'idée, et en se basant sur les avantages comparatifs soulevés lors du séminaire, nous encourageons l'OSS à développer avec l'aide des partenariats nécessaire un plaidoyer et le porter auprès de ses Etats membres et des institutions internationales.

L'OSS dispose pour ce faire de trois atouts : les résultats acquis et les capacités de formation et d'accompagnement des pays

4 – Les débats ont souligné l'intérêt des DNSE pour construire une vraie politique de suivi environnemental. Dans ce cadre, la nécessité a été affirmée d'une flexibilité permettant d'adapter les outils, méthodes et résultats aux questions urgentes de développement local et territorial ainsi qu'aux besoins des programmes et des projets.

5 – Afin de décloisonner les acteurs du suivi environnemental et d'accroître les synergies, vis-à-vis des conventions mais aussi vis-à-vis des besoins de développement, l'utilité est apparue de construire des plateformes partenariales intégrant les différents groupes d'acteurs avec leurs attentes, leurs besoins et leurs contraintes (scientifiques, décideurs et société civile).

6 – Dans le cadre de la compréhension, comme de l'appui à l'action, la nécessité d'intégrer les aspects socio-économique dans la surveillance environnementale est apparue évidente, de même que la nécessité de mettre au point et d'utiliser des indicateurs synthétiques et des modèles d'analyse pertinents permettant de croiser les différentes dimensions du développement durable.

7 – Pour que les résultats de la surveillance environnementale puissent être utiles au développement et aux prises de décisions, non seulement les données et les résultats de cette surveillance doivent être rendus accessibles mais aussi adaptés à des publics cibles divers dans le cadre d'une vraie gouvernance des données pour le développement de laquelle l'OSS peut avoir un rôle efficace.

8 – Le renforcement d'une articulation entre les fonctionnalités nationales et locales des systèmes de suivi de l'environnement et les travaux nationaux ou internationaux sur le développement des indicateurs d'impact paraît souhaitable et à développer

9 – Le rôle de la recherche est indispensable aux performances et au maintien des capacités d'évolution des systèmes de surveillance environnementales. Cependant, une réflexion doit être conduite sur la place de la recherche dans les montages institutionnels supportant cette surveillance environnementale

10 – Les besoins des pays et la nécessité de décloisonnement des acteurs passent par le développement des capacités scientifiques et organisationnelles des partenaires dans les pays. Ce qui implique que toute stratégie de développement de systèmes de surveillance environnementale passe par un effort important de formation. L'implication croissante et souhaitée de la société civile et des collectivités locales conduit à envisager un renforcement de leurs capacités pour qu'elle puisse jouer pleinement son rôle.

11 – Concernant les financements, le fait que le SE puisse devenir un élément essentiels des politiques gouvernementales conduit à la nécessité d'un financement par l'Etat (proportionné à leurs moyens), mais aussi à la recherche de financements complémentaires de types récurrent et innovants.

Annexe 3 : Liste des participants au séminaire de Tunis, 1^{er} et 2 juin 2011

Séminaire international

« Les systèmes de surveillance, outils de gestion, de planification et de mise en œuvre synergique des conventions environnementales : Enjeux et défis au circum Sahara »

Nom et prénom	Institution / pays	Fonction	Contact
Tarony Stanislaou	UNCCD -Tunis	Chargé de programme	s.tarony@afdb.org
Nedjraoui Dalila	Université USTHB- Algérie	Professeur	d.nedjraoui@usthb.dz dnedjraoui@yahoo.com
Sandrine Jauffret	Bureau d'études NARGES - Marseille	Directrice	sandrine.jauffret@gmail.com
Wafa Essahli	UNCCD - Mécanisme Mondial, Tunisie	Chargée de programme	w.essahli@global-mechanism.org
Zakia Akasbi	Biota Maroc Université de Hamburg	Coordination locale du projet Biota Maroc Etudiante de Doctorat	akzakia6@gmail.com
Samira Nefzi	ANPE/OTEDD - Tunis	Chef de service	oted@anpe.nat.tn samira.benjrard@gmail.com
Neila Bouzguenda	CNCT - Tunis	Ingénieur Service développement des activités spatiales	cnct@defense.tn
Lamine Aouni	CNCT - Tunis	Sous-Directeur Chef de projet Coordinateur SMAS	cnct@defense.tn
Laurent Chazee	Tour du Valat – Camargue, France	Coordinateur de l'observatoire des zones méditerranéennes	lchazee@gmail.com
Louis Traore	Blanc SP/CONEDD – Burkina Faso	Directeur de la division de l'information et du	lbtraore@yahoo.fr

			monitoring de l'environnement	
Monia Maâouia	Riahi	Ambassade de Suisse en Tunisie	Attachée économique et commerciale	monia.riahi@eda.admin.ch
Potthast Maïke		GIZ - Tunis	Coordnatrice composante synergie entre les trois conventions de Rio	maïke-christine.potthast@giz.de
			Projet « Appui à la mise en œuvre de la CCNUCC »	
Ali Abaab		GIZ - Tunis	Responsable composante décentralisation de l'action environnementale	ali.abaab@giz.de
Omar Bessaoud		CIHEAM-IAM.M - France	Enseignant-Chercheur	bessaoud@iamm.fr
Antoine Cornet		IRD / CSFD - France	Retraité actif	antoine.cornet@ird.fr
Mélanie Desjardins	Requier	CIHEAM-IAM.M - France CSFD	Enseignante-chercheur	requier@iamm.fr
Taoufik Bennouna		Banque Mondiale - Mali	Expert GRN	tbenouna@worldbank.org
Youssef Brahimi		Mécanisme mondial UNCCD - Rome	Coordinateur du programme Afrique du Nord et Coopération Sud-Sud	y.brahimi@global-mechanism.org
Abdelhakim Aissaoui		Ministère de l'environnement DGEQV - Tunis	Sous-directeur des Milieux naturels	hakissaoui@yahoo.fr
Abdelhamid Khaldi		INRGREF (Tunisie)	Chercheur	khalditn@yahoo.fr
Wata Issoufou	Sama	CNSEE -Niamey	Directeur	iwatasama2005@yahoo.fr
Diallo Marième		CSE - Dakar	Chef d'unité de service	mariam@cse.sn
Mongi Sghaier		IRA – Tunisie	Chercheur	sghaier.mon@gmail.com
Mondher Fetoui		IRA - Tunisie	Chercheur	mondher_ga@yahoo.fr
Ibrahima Diakité		REDD - Mali	Chef section Gestion Information	ibrahima_diakite@yahoo.fr

		Environnementale	
		DNSE/Mali	
Richard Escadafal	IRD/CESBIO - France	CSFD	richard.escadafal@cesbio.cnrs.fr
	CSFD		
Prof Geoffrey M. Muluvi	SEUCO college university - Kenya	Principal	gmuluvi@seuco.ac.ke
Mourad Briki	OSS		mourad.briki@oss.org.tn
Chedli Fezzani	OSS	Secrétaire exécutif	boc@oss.org.tn
Nabil Ben Khatra	OSS	Coordinateur du programme environnement	nabil.benkhatra@oss.org.tn
Aboubacar Issa	OSS		issa.aboubakar@oss.org.tn
Abdessalem Kallala	OSS		a.kallala@oss.org.tn
Habiba Khiari	OSS		khiarish@live.fr
Houcine Khatteli	IRA Tunisie	Directeur Général	h.khatteli@ira.rnrt.tn
Mohamed Ouessar	IRA Tunisie		ouessar@yahoo.com ouessar.mohamed@ira.rnrt.tn
Sonia Abassi	OSS	Assistante programme environnement	sonia.abassi@oss.org.tn
Rafla Attia	Direction des Sols - Tunisie	Chef de service	attiarafila@yahoo.fr

CIHEAM

**Centre International de Hautes Etudes
Agronomiques Méditerranéennes**

**International Centre for
Advanced Mediterranean Agronomic Studies**

Conseil d'Administration / Governing Board

Président / President: Abdelaziz MOUGOU

Délégués des Pays Membres / Member Countries Delegates

Albanie / Albania: Ariana MISHA

Algérie / Algeria: Toufik MADANI

Egypte / Egypt: Salah ABDEL-MOMEN

Espagne / Spain: Eva BLANCO MEDIO

France: Bertrand HERVIEU

Grèce / Greece: Pavlos D. PEZAROS

Italie / Italy: Gianni BONINI

Liban / Lebanon: Mouïñ HAMZE

Malte / Malta: Salvino BUSUTTIL

Maroc / Morocco: Mohammed SADIKI

Portugal: Maria de Fatima de SOUSA CALOURO

Tunisie / Tunisia: Habib AMAMOU

Turquie / Turkey: Vedat MIRMAHMUTOGULLARI

Comité Scientifique Consultatif / Advisory Scientific Committee

**Président / Chairman: Masum BURAK
(Ministry of Agriculture and Rural Affairs - TURKEY)**

Membres / Members

Sami Reda SABER SABRY (Agricultural Research Center - Giza - EGYPT)

Dimitris DIAKOSAVVAS (Policies and Environment Division, OCDE - Paris cedex 16 - FRANCE)

El Houssine BARTALI (Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II - Rabat - MAROC)

Luis Lavadinho TELO DA GAMA INIA (Unidade de Recursos Genéticos - Santarem - PORTUGAL)

Luis Miguel ALBISU (Centre of Agro-Food Research and Technology - Zaragoza - SPAIN)

Ali ZOUBA (Centre Régional de Recherche en Agriculture Oasienne - Tozeur - TUNISIE)

Masum BURAK (Ministry of Agriculture and Rural Affairs - Ankara - TURKEY)

OPTIONS

méditerranéennes

SERIE B : Etudes et Recherches
2012 - Numéro 68

Surveillance environnementale et développement **Acquis et perspectives** **- Méditerranée, Sahara et Sahel -**

Editeurs scientifiques :

M. Requier-Desjardins et N. Ben Khadra (coordinateurs),
D. Nedjraoui, W. S. Issoufou, M. Sghaier, M. Briki

Les accords multilatéraux sur l'environnement issus du Sommet de la Terre de Rio (1992) plaident pour l'intégration des questions environnementales dans les stratégies de développement. La surveillance environnementale est présentée comme un maillon essentiel de mise en œuvre. En effet, pour servir la décision, il est nécessaire de disposer d'informations pertinentes en temps réel. Cependant, les données scientifiques sur le milieu naturel et ses interactions avec les activités humaines ne sont pas toujours aisées à traduire pour la prise de décision. Des manques subsistent également en matière de connaissance. La surveillance environnementale est ainsi à la croisée de plusieurs enjeux, scientifiques et de développement, mais aussi de coordination entre différents groupes d'acteurs qui sont actifs à des échelles multiples. Ce numéro d'Options Méditerranéennes, édité en partenariat avec l'Observatoire du Sahara et du Sahel, est organisé en trois temps : dans une première partie, il revient sur des fondamentaux scientifiques et institutionnels de la mise en œuvre d'observatoires de l'environnement et sur l'évolution des liens entre ces initiatives de recherche et le monde du développement ; dans une seconde partie et à travers différentes études de cas, il met en évidence une série d'enjeux concernant l'observation scientifique au service du développement. Enfin, dans une dernière partie, il adresse la question technique et politique de la mise en œuvre des dispositifs de surveillance environnementale à travers trois récits aux échelles internationale, régionale et nationale. Cet ensemble de douze contributions définit finalement trois axes essentiels sur lesquels promouvoir la réflexion future : les partenariats, les modes de gouvernance et le rôle de l'échelle décentralisée.



CIHEAM

www.ciheam.org

Prix : 35 Euros

ISBN: 2-85352-485-X

ISSN: 1016-1228

OPTIONS
méditerranéennes

