

INDICATEURS ÉCOLOGIQUES DU ROSELT/OSS, DÉSERTIFICATION ET BIODIVERSITÉ DES ÉCOSYSTÈMES CIRCUM-SAHARIENS



**INDICATEURS ÉCOLOGIQUES DU ROSELT/OSS,
DÉSERTIFICATION ET BIODIVERSITÉ DES ÉCOSYSTÈMES
CIRCUM-SAHARIENS**

Note introductive n° 4

Tunis, 2009

Déjà parus dans la collection Note introductive :

- N° 1 Adaptation aux changements climatiques et lutte contre la désertification
- N° 2 Un pas de plus dans la lutte contre la désertification : pour un programme régional communautaire dans l'espace circum-saharien (CEDEAO/CILSS, CEN-SAD, OSS, UMA)
- N° 3 Initiative Grande muraille verte du Sahara et du Sahel

Directeur de la publication : Youba Sokona, Secrétaire exécutif de l'OSS

Coordination : Mélanie Requier-Desjardins, OSS

Auteurs : Sandrine Jauffret (auteur principal, société Narges), Mourad Briki, Al Hamndou Dorsouma, Nabil Ben Khatra, Charles Baubion, Aboubacar Issa, OSS

Relecture : Tharouet Elamri, Sonia Abassi.

Couverture, mise en page et iconographie : Olfa Othman Herraghi

© Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS), 2009

Indicateurs écologiques du Roselt/OSS, désertification et biodiversité des écosystèmes circum-sahariens \ OSS. _
Note introductive n° 4. _ OSS : Tunis, 2009. _ 52 pp.

ISBN : 978-9973-856-37-1

Photos : Sandrine Jauffret ; Mohamed Talbi © OSS ; Mongi Sghayer © IRA, Médenine ; Curt Carnemark © Banque Mondiale

REMERCIEMENTS

Cette quatrième note introductive a été réalisée sous la supervision de Youba Sokona, Secrétaire exécutif de l'Observatoire du Sahara et du Sahel.

Elle s'appuie sur les résultats du suivi écologique dans dix observatoires du Réseau d'observatoires et de surveillance écologique à long terme (Roselt/OSS) entre 1994 et 2005. Conformément aux principes qui ont présidé à la création du réseau Roselt/OSS, le texte ci-après est centré sur les synergies entre biodiversité, désertification et variabilité climatique d'un point de vue conceptuel puis opérationnel dans le cadre de la gestion des ressources naturelles. Ces éléments sont développés pour le cas de la région africaine circum-saharienne.

Cette note est basée sur les résultats originaux des deux synthèses sous-régionales « flore, végétation et occupation des terres » en Afrique du Nord et en Afrique de l'Ouest, réalisées en 2007 et 2008. Ces travaux ont été menés par les équipes nationales du réseau Roselt/OSS et conduits par les chefs de file sous-régionaux, l'équipe algérienne pour l'Afrique du Nord et l'équipe nigérienne pour l'Afrique de l'Ouest. Ils ont été coordonnés par l'OSS.

Il convient ici de remercier en premier lieu les équipes et les chercheurs sans les contributions desquels ce travail n'aurait pu être conduit :

en Algérie, l'équipe du Pr Dalila Nedjraoui : M. Aziz Hirche, M. Mustapha Salamani, M. Abdelmajid Boughani et Mme Lynda Omari, (Université scientifique et technique Houari Boumediene) ;

en Egypte, le Pr Mohamed Abderrazik (Université d'Alexandrie) ;

au Mali, M. Fadiala Dembélé (IPR/IFRA Katibougou. Département Génie rural et des eaux & forêts) et M. Moussa Karembé (Université, Bamako) ;

au Maroc, M. Mohamed Taleb et M. Mohamed Yassin (DREF/MCEF) ;

au Niger, le Pr Ali Mahamane et ses collègues de l'Université Abdou Moumouni, Pr Mahamane Saadou, Pr Karimou Ambouta, Pr Maxime Banouin et M. Abas Issaka ainsi que M. Wata Sama Issoufou (coordinateur Roselt/Niger) et M. Philipe Gineste (Roselt/Niger) ;

au Sénégal, M. Abdoulaye Welé, M. Abdoulaye Faye et M. Jacques André Ndione (CSE) ;

en Tunisie, M. Mohamed Tarhouni et M. Azaiez Ouled Belgacem (Institut des régions arides).

Nos remerciements vont également à :

- l'équipe Roselt de l'IRD qui a coordonné scientifiquement le réseau de 2000 à 2005 et, en particulier, à M. Jean-Marc D'Herbès et à Mme Maud Loireau ;
- M. Antoine Cornet pour sa relecture et ses commentaires éclairants ;
- et à tous ceux qui ont contribué à l'iconographie en nous fournissant des illustrations.

LE RÉSEAU ROSELT/OSS

Le réseau Roselt/OSS, Réseau d'observatoires de surveillance écologique à long terme, est un réseau d'observatoires locaux dans les zones à fortes contraintes de sécheresse. Il a été créé en 1994 par l'Observatoire du Sahara et du Sahel pour répondre aux besoins d'informations environnementales pour la planification du développement dans les régions rurales des pays du circum-Sahara affectées par la désertification et la pauvreté. Aujourd'hui, le Roselt/OSS se compose de 27 observatoires labellisés situés dans 12 pays d'Afrique du Nord, d'Afrique de l'Ouest, et d'Afrique de l'Est (voir annexe 1).

Un observatoire est défini par :

- un territoire fonctionnel d'un point de vue biophysique et socio-économique ;
- ses utilisations : dans le cadre de Roselt/OSS, il s'agit d'analyser, en terme de développement durable, les apports :
 - du suivi des ressources naturelles en termes de désertification et de biodiversité dans un contexte de variabilité climatique,
 - du suivi des pratiques d'usages de ces ressources ;
- un système organisé de collecte et de traitement des données environnementales et socio-économiques de la station de mesure, au paysage, puis à la région écologique ;
- un ensemble de moyens scientifiques, humains et matériels ; il s'agit principalement des équipes nationales en charge de la mise en œuvre de Roselt/OSS à l'échelle de l'observatoire ;
- une demande de produits d'aide à la décision identifiés par les décideurs et gestionnaires des pays, pour un niveau spatial d'intégration donné (unité paysagère, sous-région, pays et région) ; ceci concerne l'ensemble des interactions avec les autorités nationales et locales responsables de la planification du développement.

Les produits, les outils et les résultats de Roselt/OSS sont :

- des manuels et des guides multidisciplinaires sur la collecte des données, la construction et l'analyse des différents indicateurs-clés, par thématique ;
- un outil informatique d'archivage de données : MDweb ;
- un outil de modélisation spatialisé de l'interface population-environnement, le SIEL, qui permet notamment de produire des cartes de vulnérabilité ;

- des produits d'animation et de valorisation : ateliers, bulletin, publications ;
- des résultats par thématique : écologie, socio-économie et SIEL (interface population-environnement).

Le dispositif conventionnel mis en place a comporté quatre niveaux d'exécution :

- le niveau régional de l'OSS assurant la maîtrise d'œuvre, le suivi-évaluation des activités, et l'animation du réseau ;
- le niveau régional de l'opérateur maître d'ouvrage délégué par l'OSS pour assurer la mise en œuvre du programme ; ce niveau a été assuré par un consortium regroupant l'IRD, le CIRAD et l'INSAH ;
- le niveau national regroupant, au sein d'un comité national de coordination du programme, les principaux acteurs de la lutte contre la désertification, généralement coordonné par le Secrétariat permanent de l'organe national de coordination mis en place dans les pays ;
- le niveau local de l'observatoire représenté par un coordinateur national et un coordinateur scientifique animant une équipe scientifique chargée des activités de collecte, de traitement, d'archivage et de diffusion des données et des résultats.

Le programme a été principalement financé, dans sa première phase (1994-2005), par le ministère français des Affaires étrangères, le ministère français de l'Écologie, de l'Énergie et du Développement durable et de l'Aménagement du Territoire, la Division du développement et de la coopération du Département fédéral suisse des affaires étrangères et par la coopération italienne.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	9
1-CADRE CONCEPTUEL ET MÉTHODOLOGIQUE.....	11
1.1- Désertification, changement climatique et biodiversité	11
1.2- La biodiversité des régions sèches, un patrimoine mondial à suivre et à évaluer ..	13
1.3- Outils et dispositifs pertinents pour évaluer les changements environnementaux ..	14
1.4- Le réseau Roselt/OSS : un dispositif de suivi-évaluation des changements environne- mentaux	15
2- CHANGEMENT ENVIRONNEMENTAUX EN AFRIQUE CIRCUM-SAHARIENNE ...	17
2.1- Données collectées et indicateurs calculés par le réseau	17
2.2- Evolution des agro-écosystèmes	18
2.3- Une flore remarquable	26
3- L'APPORT DU RÉSEAU ROSELT/OSS POUR ÉCLAIRER LA PRISE DE DÉCISION ..	27
3.1- Un atout pour l'analyse de l'impact des changements climatiques	27
3.2- Un outil pour identifier les services rendus par les écosystèmes.....	28
CONCLUSION.....	31
BIBLIOGRAPHIE.....	35
GLOSSAIRE	39
ANNEXES.....	45
Annexe 1 : Les 27 observatoires Roselt/OSS labellisés	45
Annexe 2 : Caractéristiques de 10 observatoires-pilotes Roselt/OSS	46
Annexe 3 : Caractéristiques climatiques des 10 observatoires-pilotes Roselt/OSS	48
PARTENAIRES DU RÉSEAU ROSELT/OSS	49
ACRONYMES.....	51

INTRODUCTION

Sur le continent africain et particulièrement dans les pays circum-sahariens, les sécheresses récurrentes ayant sévi depuis les années 1960, la pression démographique croissante ainsi que l'intensification et l'extension des systèmes de productions agro-pastorales, ont eu pour conséquence immédiate d'accroître la vulnérabilité des écosystèmes. Ceci a conduit principalement à amplifier les phénomènes de dégradation des terres, de désertification et de perte de diversité biologique. Ces dysfonctionnements sont aggravés par l'impact des changements climatiques globaux auxquels les populations locales vont devoir s'adapter sur les court, moyen et long termes.

La dégradation des terres et la perte de biodiversité concomitante, en particulier végétale, font donc l'objet d'une préoccupation croissante à travers le monde, tant auprès de la communauté scientifique¹ que de la communauté internationale et du grand public². La croissance économique et démographique que le monde a connue durant le XX^e siècle, et spécialement depuis une cinquantaine d'années, a démontré que les ressources de la terre sont limitées³. Le besoin d'une meilleure gestion des paysages, naturels et façonnés par l'homme, dans une optique durable, a ainsi été mis en lumière. Pour ce faire, il est indispensable de disposer de données environnementales fiables et pertinentes afin de surveiller les changements à long terme, désertification ou dégradation des terres, changement climatique et modification de la biodiversité. C'est en effet sur ces bases que pourra se construire un développement rural durable.



Le surpâturage, cause essentielle de dégradation des écosystèmes sylvo-pastoraux.

Conceptuellement, lutter contre la désertification revient à conserver et à gérer de manière durable la biodiversité qui constitue, avec l'eau, l'une des ressources majeures garante de la survie et du bien-être humain. Inventorier et évaluer la biodiversité *lato sensu* est donc une phase essentielle pour le suivi-évaluation des biens et services que les écosystèmes peuvent rendre à l'homme.

¹ Ehrlich & Ehrlich, 1981 ; Wilson, 1988 ; Lubchenco & al. 1991 ; Solbrig, 1991.

² CNUED - Sommet de la Terre de Rio 1992 ; Convention sur la diversité biologique 1994 ; Convention sur la lutte contre la désertification 1996 ; Sommet de la Terre sur le développement durable 2002.

³ Solbrig, 1991.

Le concept de services rendus par les écosystèmes n'était pas encore développé au moment de la création du réseau d'observatoires de surveillance écologique à long terme (Roselt/OSS) en 1994. Cependant, le réseau visait déjà à développer une approche pluridisciplinaire et interdisciplinaire innovante et holistique, permettant d'apporter les éléments pertinents pour l'aide à la décision en matière de gestion des ressources naturelles et de développement durable dans la zone circum-saharienne. Ainsi, pendant plus de 10 ans, le réseau Roselt/OSS a fourni un cadre général structuré pour une meilleure compréhension des relations entre la biodiversité, la dégradation des terres et les changements climatiques, notamment à travers son mandat d'harmonisation des approches et des méthodologies à une échelle continentale. Ses travaux permettent 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 biodiversité en zones arides. Un ensemble d'indicateurs communs a été identifié pour rendre compte des changements environnementaux qui ont affecté l'occupation des terres, l'utilisation des sols, la flore et la végétation en Afrique circum-saharienne.

Les outils à notre disposition pour suivre et évaluer la biodiversité et les changements environnementaux seront présentés après le rappel des bases conceptuelles et des problématiques relatives à la biodiversité, aux changements climatiques et à la dégradation des terres (désertification) ainsi que leurs interactions. Les résultats obtenus par le réseau Roselt/OSS seront ensuite exposés : tendances d'évolution des agro-écosystèmes, signification écologique des changements et indicateurs validés. Enfin, la contribution du réseau à la mise en œuvre des accords multilatéraux sur l'environnement sera mise en exergue.



1

Cadre conceptuel et méthodologique

1.1- Désertification, changement climatique et biodiversité

La diversité biologique contribue de manière majoritairement positive au fonctionnement des écosystèmes⁴. En effet, une diversité plus élevée garantirait à la fois :

- une meilleure utilisation des ressources abiotiques⁵, ce qui se traduit par une production primaire plus élevée ;
- une plus grande stabilité des écosystèmes⁶ face aux variations habituelles ou catastrophiques du milieu (changement climatique, modification de l'utilisation des sols, divers stress et perturbations) ;
- et une plus grande capacité de régénération ou résilience.

Les scientifiques se sont aussi accordés sur l'idée que les phénomènes de dégradation des terres, de perte de biodiversité et de changements climatiques sont étroitement liés et qu'ils interagissent de façon permanente (figure 1)⁷. Ces liens s'illustrent de façon particulièrement aiguë dans le cas des zones sèches, à climats aride, semi-aride et sub-humide sec, tel que le circum-Sahara qui nous intéresse ici.

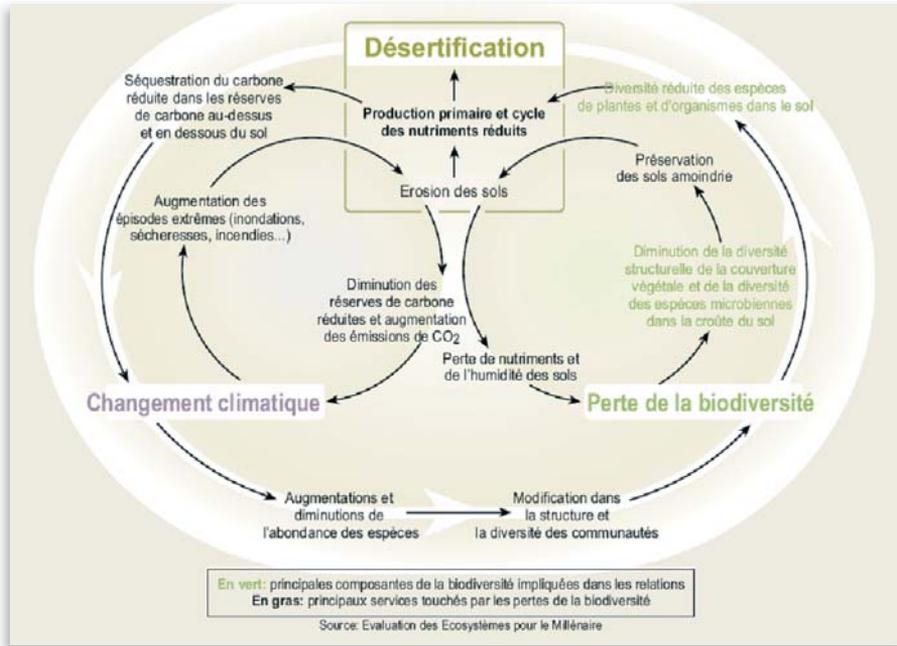
⁴ Di Castri & Younès, 1990.

⁵ Johnson, 1996.

⁶ Pimm, 1991; Hobbs & al., 1995.

⁷ MEA, 2005.

Figure 1 : relations et boucles de rétroaction entre désertification, changement climatique global et perte de la biodiversité



En effet, les principales composantes de la perte de la biodiversité affectent directement les services des écosystèmes dans les zones sèches. En particulier, les liens entre la désertification, la perte de biodiversité et le changement climatique sont mis en évidence à travers le processus d'érosion des sols.

D'une part, la végétation et sa diversité sont essentielles à la régulation de l'eau de surface et du climat local. D'autre part, la perte de biodiversité aggrave le changement climatique : la diminution de l'activité primaire et de l'activité microbienne du sol (qui réduit la séquestration du carbone) contribuent à l'augmentation de gaz à effet de serre et donc au réchauffement climatique. De son côté, le réchauffement planétaire augmente l'évapotranspiration et modifie le régime des précipitations, ce qui affecte la biodiversité car les espèces doivent développer des stratégies d'adaptation à ces nouveaux paramètres. Il entraîne aussi des modifications dans la structure et la diversité des communautés végétales étant donné que les espèces réagissent de manière différente à des concentrations plus élevées de dioxyde de carbone (CO₂).

La désertification, quant à elle, conduit par définition à une diminution de la diversité biologique, laquelle contribue à bon nombre des services que les écosystèmes des zones sèches procurent aux hommes : productions alimentaire, de fibres et de bois, fourniture de produits médicinaux, régulation du climat local, contrôle de la qualité des sols en particulier de la fertilité et de l'érosion, maintien des cycles hydrologiques ou encore stabilité et résilience des écosystèmes en cas de perturbations. La désertification contribue aussi au réchauffement de la planète puisqu'elle conduit à la libération dans l'atmosphère du

carbone préalablement accumulé dans la végétation et les sols des zones sèches et à la mise à nu des sols augmentant ainsi l'albédo. Le rayonnement solaire et sa chaleur sont réémis dans l'atmosphère amplifiant ainsi l'effet de serre.

Le bénéfice de la conservation de la biodiversité est évident si l'on souhaite lutter contre la désertification, s'adapter à la variabilité climatique et assurer le maintien des services des écosystèmes pour permettre le développement durable et le bien-être humain. Dans ce contexte, il est donc primordial de développer des approches de surveillance environnementale, d'une part, et de gestion environnementale durable, d'autre part, visant conjointement à combattre la désertification, à conserver la biodiversité et à atténuer le changement climatique.

*Développer la surveillance
environnementale pour
gérer durablement
les écosystèmes*

Finalement, si certains liens semblent bien établis grâce à des avancées

scientifiques significatives et que des prévisions peuvent être effectuées, il n'en demeure pas moins que de nombreux phénomènes sont encore mal connus, en particulier en Afrique. Il est indispensable d'en améliorer la connaissance pour permettre dans les meilleures conditions l'adaptation aux changements environnementaux globaux et à leurs impacts locaux. Par exemple, l'impact du réchauffement planétaire sur la désertification est complexe et encore insuffisamment compris et des effets contrastés sont attendus : alors que des températures plus élevées dues aux plus fortes concentrations de dioxyde de carbone auront un impact négatif à travers une évaporation accrue de l'eau des sols et une diminution des précipitations dans les zones sèches, ces mêmes températures pourraient stimuler la croissance de certaines plantes.

1.2- La biodiversité des régions sèches, un patrimoine mondial à suivre et à évaluer

La diversité végétale en zone circum-saharienne présente une flore originale (Cornet, 2000, 2002) caractérisée par l'existence de ressources génétiques et de biotopes particuliers, résultant de longs processus d'adaptation et d'évolution en réponse à l'aridité croissante (températures élevées et précipitations faibles) et à une pression anthropique ancienne, pâture, agriculture pluviale, cueillette et coupe de bois. A long terme, ces processus contribueront à l'individualisation de nouveaux pools génétiques.

De plus, les zones sèches constituent des centres de ressources génétiques précieuses pour des utilisations futures notamment grâce à un stock important de variétés traditionnelles de plantes cultivées et de populations ou de races animales domestiques adaptées. Certaines sont connues pour posséder des caractères génétiques utilisables dans le monde entier dans le cadre de programmes d'amélioration génétique des espèces, par exemple les variétés traditionnelles de mil issues d'espèces sauvages sahéliennes ou les espèces fourragères utilisées dans le monde entier telles que *Cenchrus ciliaris*.

Vu le rôle de la diversité biologique dans la résilience des écosystèmes et le fait que ceux-ci vont devoir s'adapter à des changements climatiques, les générations actuelles ont le devoir de préserver la diversité biologique locale et de favoriser les adaptations floristiques et faunistiques à des conditions plus arides pour faciliter ces évolutions futures. La diversité biologique doit être considérée non seulement comme un *patrimoine mondial de l'humanité*, mais également comme une des *bases potentielles du développement local* en relation avec les utilisations actuelles et potentielles par les populations, notamment dans les zones sèches, et pas seulement au niveau des « hotspots ».

1.3- Outils et dispositifs pertinents pour évaluer les changements environnementaux

Afin d'assurer la gestion environnementale durable des ressources naturelles et de la biodiversité, en particulier à travers la mise en place de pratiques de conservation de la biodiversité et d'actions de lutte contre la dégradation des terres, il est indispensable de développer des méthodes d'évaluation et de suivi de l'état de l'environnement et de l'impact des actions entreprises reposant sur la mise en place et l'utilisation d'un certain nombre d'*outils développés par la recherche* (Cornet, 2004). Il s'agit en particulier de développer :

- des *indicateurs* qui sont traditionnellement employés dans l'évaluation, le suivi et la prévision, car ils traduisent de façon synthétique les effets d'une action, et les évolutions par rapport à une situation donnée ;
- des outils spatiaux qui permettent de mesurer par *téledétection* des changements de propriétés de la surface des milieux arides étudiés et d'intégrer à ces informations des données connexes.

La mise en place de *réseaux d'observation à long terme* combine l'utilisation de ces différents outils et permet de développer des méthodologies harmonisées de collecte, de traitement et d'échanges de données comparables. Il s'agit donc de définir des observatoires locaux, c'est-à-dire des territoires délimités sur lesquels sont suivis dans le temps les processus d'évolution des écosystèmes et des ressources naturelles en comparaison à une situation de référence préalablement définie. Le développement et le test d'indicateurs ainsi que l'élaboration d'outils d'aide à la décision intégrant ces indicateurs constituent ainsi les instruments de ces observatoires.

Les observatoires de l'environnement : des outils au service du développement

Les observatoires locaux sont également des sites privilégiés de recherche pour améliorer la compréhension des mécanismes et des facteurs déterminants des évolutions. Ils constituent donc un outil à la fois au service de la recherche et au service du développement (Cornet, 2004).

En Afrique, le défi consiste à rendre utile les données et informations grâce à la mise en place de dispositifs d'observation pertinents

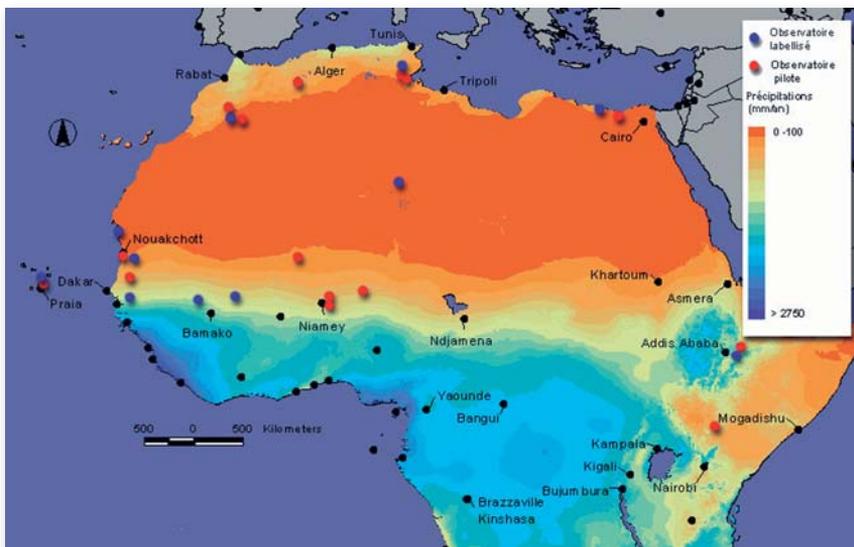
et standardisés, à même de pallier les carences informationnelles, l'absence d'indicateurs et de repères fiables aux différentes échelles (locale, nationale et régionale) et les difficultés d'obtention des données (droits de propriété, accessibilité) (OSS, 2004).

C'est dans ce contexte que le réseau Roselt/OSS a été mis en place dès 1994⁸. Après une dizaine d'années de fonctionnement, des résultats probants permettent d'évaluer l'évolution de la composition, de la structure et du fonctionnement des écosystèmes en zone aride circum-saharienne.

1.4- Le réseau Roselt/OSS : un dispositif de suivi-évaluation des changements environnementaux

Le besoin de mettre en place des dispositifs d'observation à long terme a été très tôt une priorité de l'OSS qui a initié dès 1994 la mise en place du réseau Roselt/OSS. Ainsi, sur l'ensemble du circum-Sahara, 27 observatoires ou grappes d'observatoires ont été labellisés Roselt/OSS. Lors d'une première étape, 14 sites ont été sélectionnés comme observatoires-pilotes (Figure 1) dans 11 pays d'Afrique du Nord, de l'Ouest et de l'Est afin de tester la pertinence du concept de réseau d'observatoires locaux. Cette phase avait pour objectif la mise au point des techniques et des méthodologies de collecte et de traitement des données ainsi que la production d'outils d'aide à la décision fiables, pertinents et reproductibles⁹.

Figure 2 : carte des observatoires



Source : Roselt/OSS, 2004

Arrivé au terme de cette première phase après dix années de travaux, le réseau s'est engagé dans la valorisation collective de ses acquis en élaborant des synthèses thématiques sur les

⁸ Roselt/OSS, 1995 ; Roselt/OSS, DS1, 2004.

⁹ Comme des cartes, des indicateurs, des systèmes d'information, OSS, 2004.

méthodologies de collecte et de traitement des données, sur le calcul des indicateurs et sur les résultats observés, ainsi que sur l'utilisation des différents outils d'observation développés¹⁰.

Des ateliers de travail sous-régionaux ont réuni les équipes nationales de suivi écologique pour aboutir, sous la coordination de l'OSS, à la production de deux synthèses respectivement en Afrique du Nord et en Afrique de l'Ouest sur le thème « Flore - végétation - occupation des terres »¹¹

L'analyse des résultats obtenus à l'échelle régionale offre des conclusions intéressantes quant aux tendances d'évolution des écosystèmes et des agrosystèmes en Afrique circum-saharienne soumis à de fortes pressions anthropiques et climatiques. Elle permet de mettre en exergue les similitudes, les divergences et la signification écologique des changements observés ainsi que leurs conséquences. Les principales caractéristiques des observatoires concernés sont données en annexes 2 et 3. Rappelons que certains sites bénéficient d'un recul plus important du fait de l'existence de données datant de la fin des années 1970 (Algérie, Niger, Tunisie). Notons enfin que des résultats n'ont pas pu être obtenus dans tous les observatoires en raison de diverses contraintes souvent liées à la difficulté de comparer des données dont les méthodes de collecte sur le terrain sont en cours d'harmonisation.

¹⁰ Suivi écologique, suivi socio-économique et système d'information environnemental localisé (SIEL).

¹¹ Roselt/OSS 2008a et 2008b.

2

Changements environnementaux en Afrique circum-saharienne

2.1- Données collectées et indicateurs calculés par le réseau

Grâce au processus d'harmonisation des méthodologies de collecte et de traitement des données des observatoires du réseau, il a été possible d'identifier les données communes disponibles et de choisir les traitements adéquats afin de calculer les indicateurs pertinents à même de traduire les évolutions des agro-écosystèmes dans les deux sous-régions d'Afrique du Nord et de l'Ouest. Sur 16 indicateurs retenus, 11 sont communs aux deux sous-régions. Le tableau n° 1 montre que les données collectées sont similaires même si les méthodes de collecte et de traitement utilisées diffèrent¹².

Tableau n° 1 : indicateurs calculés dans les deux sous-régions

	Afrique du Nord	Afrique de l'Ouest
Indicateurs issus des cartes d'occupation des terres (COT) et d'utilisation des sols (CUS)		
Changements physiologiques :		
● superficies des formations végétales / faciès + agrosystèmes	X	X
● rapport écosystèmes / agrosystèmes	X	X
Changements du recouvrement de la végétation	X	Etudié sur les stations permanentes
Diversité des biotopes	X	X

¹² Par exemple, le recouvrement de la végétation a été calculé à partir des COT (évaluation semi-quantitative) en Afrique du Nord et à partir des lignes de points-quadrats dans les stations en Afrique de l'Ouest.

	Afrique du Nord	Afrique de l'Ouest
Indicateurs issus des cartes d'occupation des terres (COT) et d'utilisation des sols (CUS)		
Mesure de la phytomasse	X	X
Coefficient d'efficacité de la pluviosité pour la production sur parcelle (CEP)	X	Non étudié
Valeur pastorale	X	X
Indicateurs relatifs aux ressources et à la biodiversité (stations permanentes sur le terrain)		
Composition floristique globale par observatoire	Non étudié	X
Richesse spécifique globale : espèces pérennes et annuelles par formation	X	X
Diversité alpha	X	X
Diversité bêta	X	X
Recouvrement de la végétation	Etudié à partir des COT	X
Types biologiques	X	X
Types biogéographiques	X	X
Phytomasse herbacée	Etudié à partir des COT	X
Densité des ligneux	Non étudié	X
Endémisme et rareté	X	X

2.2- Evolution des agro-écosystèmes

Changement d'utilisation des sols et fragmentation du paysage

A l'échelle de la région circum-saharienne, la *diversité paysagère apparaît profondément modifiée* sous l'effet des stress et des perturbations engendrés principalement par les pratiques agro-pastorales, la mise en culture et la variabilité climatique. A travers l'étude de l'occupation des terres, on observe des modifications physionomiques similaires dans les deux sous-régions : modifications qualitatives et quantitatives du nombre de formations végétales, de leurs superficies et fragmentation du paysage par la mise en culture des terres de parcours.

Au sein des formations initiales, de nouveaux faciès se sont créés, soit liés à la dégradation de la végétation en place, soit à l'apparition de faciès post-cultureux, le faciès non dégradé de la formation pouvant éventuellement disparaître. L'ampleur de ces nouveaux faciès est de plus en plus importante dans les unités paysagères.

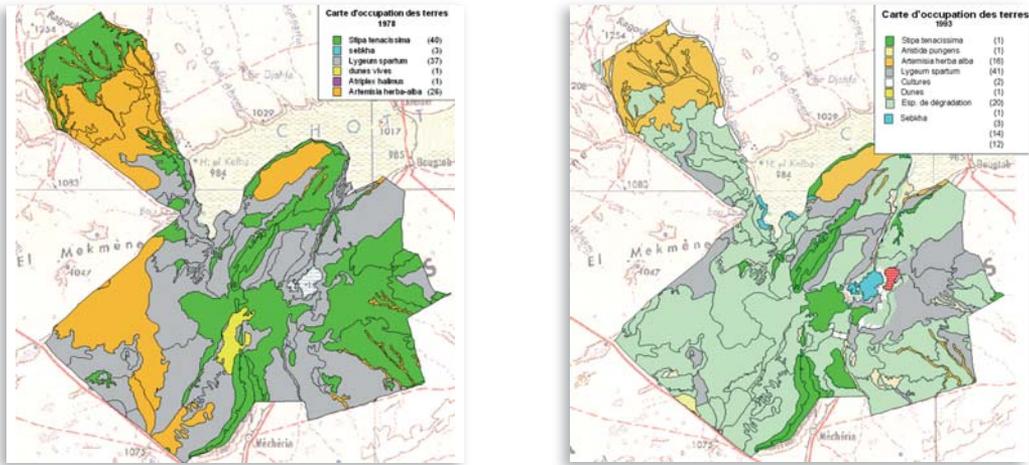
L'utilisation des sols, bien que spécifique du contexte social et économique de chaque observatoire, témoigne de la transformation des paysages pastoraux tant au nord du Sahara qu'au sud : dominance des zones cultivées (souvent plus de 50 % de la superficie, voir figures 3 et 4) au détriment des zones de parcours collectives sur lesquelles la charge animale ne cesse de croître¹³ ; privatisation des terres collectives, dont l'appropriation est marquée par le défrichement.

Ce sont ces modifications dans l'utilisation des sols, en particulier le défrichement et la mise en culture des steppes, qui ont entraîné la *fragmentation du paysage*. Cette fragmentation a malheureusement des conséquences graves sur le fonctionnement des écosystèmes qui ne sont plus reliés entre eux et dont les échanges sont réduits comme la migration des individus, les échanges de flux d'énergie, de matière, de propagules ou de gène.

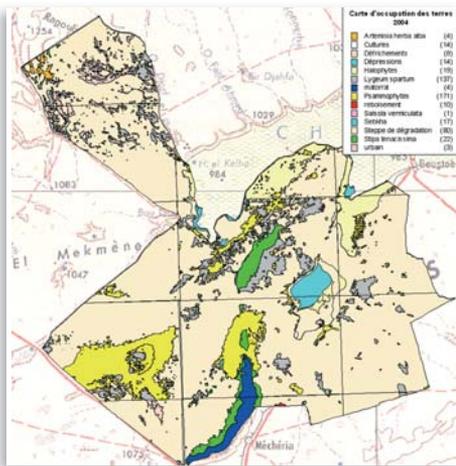
Ces phénomènes de modification de la diversité paysagère sont visibles sur les cartes d'occupation des terres de l'Algérie, du Niger et de la Tunisie.

¹³ Pour répondre aux besoins alimentaires liés à une croissance démographique souvent élevée.

Figure n° 3 : évolution de l'occupation des terres dans l'Observatoire des Steppes du Sud-Ouest oranais entre 1978 et 2004



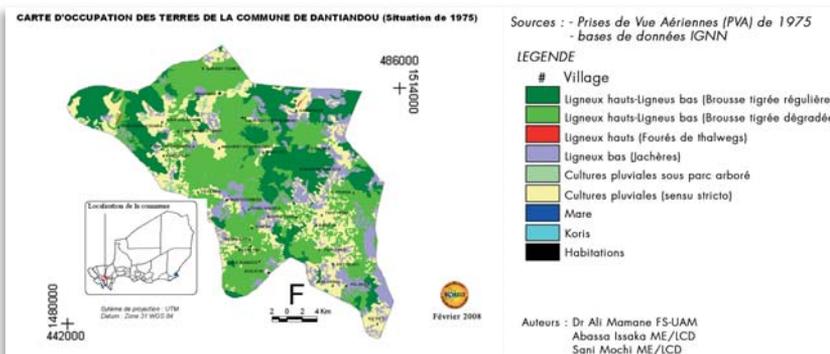
Source : Roselt/Algérie, 2005



La steppe algérienne a subi de grandes modifications dans la superficie de ses différentes unités physio-nomiques : régression des steppes d'alfa passant de 520 000 ha en 1978 à 140 000 ha en 2004, d'armoise blanche qui de 130 000 ha en 1978 ne représentent plus que 13 000 ha en 2004 et de sparte qui couvrent 58 000 ha en 2004 contre 570 000 ha en 1978.

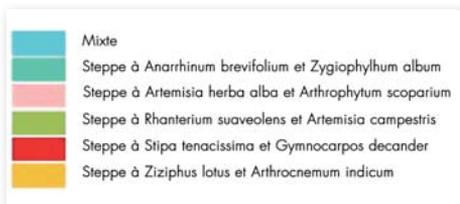
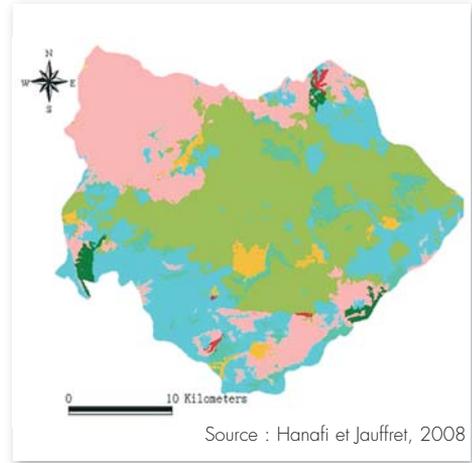
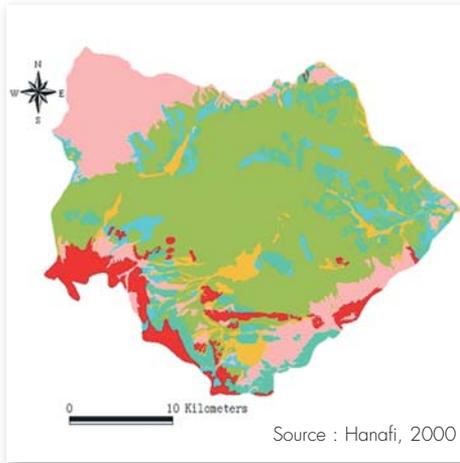
Il convient de signaler qu'en 2004 par rapport à 1978, le paysage végétal est marqué à 54 % par des espèces dominantes écologiquement moins exigeantes et de faible appétibilité (steppes dite « de dégradation ») ayant supplanté les espèces dominantes préexistantes. Au plan du couvert végétal, il ressort qu'en 2004, le recouvrement global de la végétation est inférieur à 10 % sur 85 % de la surface de l'observatoire. Dans cet observatoire, l'usage dominant est le pâturage dont l'excès explique la quasi-totalité du phénomène de dégradation enregistré.

Figure n° 5 : évolution de l'occupation des terres dans



Entre 1975 et 2006, l'occupation des terres sur l'observatoire de Dantiandou au Niger a considérablement changé : les espaces de brousse tigrée ont fortement régressé (- 41% par rapport à leur niveau de 1975) et sont complètement fragmentés, mités par les champs et par

Figure n° 4 : évolution de l'occupation des terres dans l'Observatoire de Menzel Habib (Tunisie) entre 1978 et 2004



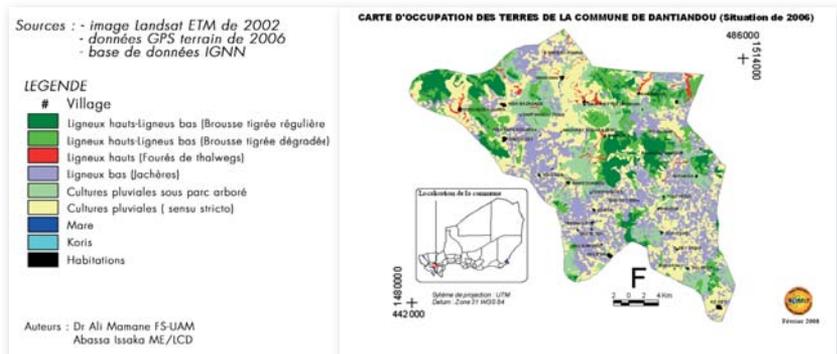
Entre 1975 et 2000, de profondes modifications ont été enregistrées dans l'observatoire : réduction des parcours à *Rhanterium suaveolens* sur sols sableux et quasi-disparition des steppes à *Stipa tenacissima* (alfa). La steppe à armoise blanche (*Seriphidium herba-album* = *Artemisia herba-alba*) semble avoir progressé sous l'effet d'une mise en défens. Cette steppe ayant été fréquemment mise en culture est caractérisée par la dominance d'une autre espèce

d'armoise, *Artemisia campestris*, que l'on qualifie d'espèce post-culturale. On remarque aussi l'extension des faciès à *Astragalus armatus*, qui confèrent aux parcours une valeur pastorale quasi-nulle.

Le défrichement a gagné la quasi-totalité des steppes bénéficiant d'eau de ruissellement et la céréaliculture affecte maintenant les steppes sur sols sableux, jadis réservées exclusivement au pâturage extensif. Ces changements d'usage ont rendu plus actifs les phénomènes érosifs omniprésents : érosion éolienne des sols sableux et érosion hydrique dans le cas des sols limoneux. L'extension des cultures irriguées dans cette zone avec des eaux à forte teneur en sel entraîne progressivement la salinisation des sols devenant ainsi impropres à toute valorisation agricole. Outre les activités agricoles en progression, les principales exploitations demeurent le pâturage sur des parcours de plus en plus réduits d'où leur surpâturage, le prélèvement des ligneux comme combustible domestique et des fibres pour l'artisanat local.

l'Observatoire de Dantiandou (Niger) entre 1975 et 2006

les jachères des agrosystèmes qui ont progressé de 40 %. L'agriculture pluviale extensive se développe sur des terres de plus en plus marginales et devient de plus en plus intensive, notamment en réduisant les temps de rotations des cultures pratiquées traditionnellement avec la jachère.



Enfin, les observatoires ayant un statut particulier de protection (Réserve de biosphère à El Omayed, Egypte, ou Parc national de Haddej Bou Hedma, Tunisie) ou les observatoires dont les caractéristiques climatiques sont particulièrement drastiques (Bourem, Mali) ne présentent pas de modifications profondes de l'utilisation des sols. Et pour cause : soit les activités humaines y sont interdites, soit les conditions du milieu (aridité) ne permettent pas de mise en valeur agricole.

Réduction de la diversité des espèces

A l'échelle des écosystèmes et des espèces elles-mêmes, l'étude a montré que la structure et la composition floristique ont, elles aussi, été touchées par l'impact des activités humaines. Parmi les divers indicateurs étudiés, nous retiendrons qu'une tendance à la *dégradation de la richesse floristique globale* a été constatée dans les observatoires maghrébins (tableaux ci-dessous).

Steppes des Hautes Plaines (Algérie)

	1978	2004/2005
Nombre de pérennes	129	76
Nombre d'annuelles	105	58
Nombre total d'espèces	234	134

El Omayed (Egypte)

	1980	2000
Nombre de pérennes	70	78
Nombre d'annuelles	62	43
Nombre total d'espèces	132	121

Oued Mird (Maroc)

	2000	2006
Nombre de pérennes	45	34
Nombre d'annuelles	28	11
Nombre total d'espèces	73	45

Menzel Habib (Tunisie)

	1978	2004/2005
Nombre de pérennes	85	59
Nombre d'annuelles	109	65
Nombre total d'espèces	194	124

Au niveau du Sahel, les zones de parcours sont caractérisées par une richesse en espèces annuelles élevée. La diversité bêta est la diversité entre écosystèmes différents. Cet indicateur, étudié en Afrique de l'Ouest, a mis en évidence une homogénéisation de la flore dans chaque observatoire de la sous-région, ce qui est un signe de dégradation¹⁴. Les espèces à bonne valeur pastorale ou à bonne valeur calorifique sont remplacées par des espèces peu ou pas palatables ou des espèces post-culturelles (réduction de la qualité des parcours). Cela est d'autant plus préoccupant que l'étude des types biologiques qui rendent compte de la dynamique végétale a confirmé le rôle important que jouent aujourd'hui les annuelles dans le tapis végétal, dans l'ensemble des observatoires du réseau et en particulier dans les observatoires sahéliens continentaux.

¹⁴ Ce résultat avait déjà été mis en évidence par d'autres travaux en Afrique du Nord, notamment dans l'Observatoire de Menzel Habib (Jaffret 2001).

Tableau n° 2 : nombre d'herbacées pérennes et annuelles en 2005

Observatoires	Pérennes	Annuelles	Total	
Bourem (Mali)	2	37	39	
Ferlo (Sénégal)		3	26	
Nouakchott (Mauritanie)	18	0	18	
Ribeira Seca (Cap Vert)	2	36	38	
Formations végétales				
Torodi-Dantiandou-Tondikandia (Niger)	Jachère sur chanfrein dégradé	2	30	32
	Jachère sur chanfrein non dégradé	0	38	38
	Jachère sur jupe	1	37	38
	Jachère sur zone de bombement (1)	2	22	24
	Jachère sur dépression sur zone de bombement (2)	2	54	56
	Jachère sur zone de bombement (3)	2	51	53
	Brousse tigrée	2	82	84

1 : jachère 1 du chef du village. 2 : jachère 2 du chef du village. 3 : jachère 3 du chef du village.

Ainsi, les zones arides circum-sahariennes connaissent bien un phénomène de thérophytisation (Quézel, 2000 ; Jauffret, 2001) tant au nord qu'au sud du Sahara marquant la dégradation avancée des terres dans les observatoires considérés.

Le recouvrement global de la végétation a diminué significativement dans les observatoires soumis à des pressions anthropiques fortes, en particulier le surpâturage et la coupe de bois-énergie tant en Afrique du Nord que de l'Ouest (Steppes des Hautes Plaines, Menzel Habib, Dantiandou). C'est exactement le contraire dans les observatoires bénéficiant d'un statut particulier de protection (El Omayed et Haddej Bou Hedma).

Enfin, compte tenu des conditions expérimentales d'observation et de recueil des données, l'analyse d'autres indicateurs, tels que la diversité alpha, les mesures de phytomasse, la densité des espèces pérennes et les types biogéographiques, n'a révélé aucune tendance forte à l'échelle de la région. Cependant, des résultats stables ont été observés en Algérie et en Tunisie où les indicateurs de phytomasse et d'efficacité de la pluviométrie décrivent le déclin des services rendus par les écosystèmes.



Etude de la couverture végétale : steppes des Hautes Plaines, Algérie.

Les services des écosystèmes en péril

Les résultats obtenus sur les observatoires algériens et tunisiens montrent une diminution forte à la fois de la production primaire (phytomasse aérienne P) et du coefficient d'efficacité pluviale (CEP) dans les formations étudiées.

La faiblesse de la pluviométrie est un facteur limitant la production d'énergie (biomasse) dans ces régions, mais, on peut estimer que l'homme, en prélevant régulièrement une part trop importante de la production, contribue à maintenir le niveau de cette phytomasse à environ la moitié de ce qu'elle pourrait être dans le cas d'une bonne utilisation de la végétation naturelle¹⁵. Ainsi, suite aux années de sécheresse conjuguées à la forte pression pastorale, les parcours se sont rapidement dégradés.

¹⁵ Floret et Pontanier, 1982.

Variation de la phytomasse et du CEP au niveau de différentes formations végétales dominantes dans les steppes des Hautes Plaines et à Menzel Habib

	Hautes plaines steppiques				Menzel Habib			
	1978		2005		1978		1999	
	P	CEP	P	CEP	P	CEP	P	CEP
<i>Stipa tenacissima</i>	1400	2,9	393	0,23	792	4,24	214	1,43
<i>Lygeum spartum</i> *	900	2,01	398	0,38	-	-	-	-
<i>Seriphidium herba-alba</i>	700	2,41	-	0,38	241	1,29	228	1,52
<i>Hamada scoparia</i>	670	1,5	405	0,17	-	-	-	-
<i>Rhanterium suaveolens</i> **	-	-	-	-	503	2,69	325	2,17
<i>Anarrhinum brevifolium</i>	-	-	-	-	332	1,78	119	0,79

Unité : kg MS/ha/an

CEP : mesure de la productivité des milieux, en baisse

P : approche des services rendus par les écosystèmes

* Espèce peu appréciée par les troupeaux

** Mise en défens partielle

- Données non collectées

Pour les deux observatoires, l'efficacité vis-à-vis des précipitations annuelles (CEP) varie d'une formation végétale à l'autre, en raison de la variabilité du potentiel édaphique du milieu (texture du sol, profondeur du sol, capacité d'infiltration de l'eau en relation directe avec la texture du sol...). Même si des périodes de sécheresse, intermédiaires, peuvent parfaitement conduire à une diminution temporaire de la phytomasse sur pied suite à des vents de sable desséchants et traumatisants pour les plantes, le CEP pourrait très bien tamponner la variabilité climatique. Cependant, notre cas d'étude met en exergue une importante réduction de la productivité des formations végétales. Ceci ne peut être expliqué que par l'impact des activités humaines : le défrichage à Menzel Habib et surtout le surpâturage (pour les deux observatoires) qui réduisent d'autant plus le couvert végétal des espèces pérennes et par voie de conséquence leur phytomasse.

La dégradation de la phytomasse est donc d'autant plus préjudiciable que c'est une ressource importante des steppes des zones arides et qu'elle joue un rôle primordial dans le fonctionnement des écosystèmes steppiques. En effet, la phytomasse est la ressource principale en matière organique du sol et elle constitue « un manteau protecteur » contre l'érosion éolienne et hydrique. Sa dégradation entraîne inéluctablement la dégradation des sols (déflation par endroits et accumulation par ailleurs sous forme de dunes de sable).

De plus, elle fournit à l'homme divers services : c'est une source de bois, très utilisée par exemple pour la cuisson des aliments, plusieurs espèces sont employées pour leurs fibres à la fois pour l'alimentation des troupeaux (*Stipa lagasae*, *Cenchrus ciliaris*) et pour le développement de l'artisanat local (tissage) ou l'industrie papetière autrefois prospère (*Stipa tenacissima* « alfa »).

La capacité des steppes nord-africaines à fournir ses services d'approvisionnement a diminué depuis les années 70. Bien que l'évolution des modes de vie et des pratiques ait pu stabiliser la pression sur les ressources (substitution partielle du gaz au bois de feu et des compléments alimentaires pour le bétail au pâturage sur parcours), l'augmentation des besoins et la récurrence de sécheresses exceptionnelles ont favorisé ces évolutions.

Dans le contexte du réchauffement climatique global et de la prévision de l'aridification des zones sèches, il semble que les steppes nord-africaines seront encore plus affectées par la perte de productivité et que l'homme ne pourra rapidement plus satisfaire ses besoins primaires essentiels (nourriture, bois-énergie, fibres).

Bilan et perspectives

Les premiers résultats de la surveillance à long terme mettent en lumière une dégradation de la diversité biologique au sens large (diminution de la richesse spécifique globale et dominance des espèces annuelles, diminution du couvert végétal, homogénéisation de la flore) dont le corollaire est l'aggravation de la dégradation des terres dans des zones fragiles. La conséquence globale probable est donc une difficulté plus accrue à supporter et à atténuer les effets des perturbations et des stress tant anthropiques que climatiques. Les écosystèmes arides circum-sahariens auront donc plus de difficulté à faire face à la variabilité climatique et en particulier à la sécheresse. De ce fait, les populations locales auront elles aussi de plus grandes difficultés à s'adapter aux changements globaux.



Steppe à Calotropis : un arbuste caractéristique des sols dégradés (Sénégal).

L'étude comparative de l'évolution des changements écologiques entre les différents observatoires a permis de valider 5 indicateurs communs à même de favoriser le suivi de la dégradation des terres et de la biodiversité en Afrique circum-saharienne. Il s'agit du rapport en superficie entre les agrosystèmes et les jachères, d'une part, la steppe ou la brousse, d'autre part (occupation des terres ou utilisation des sols), du nombre d'espèces et de la richesse spécifique (composition floristique), du pourcentage de couverture végétale (recouvrement de la végétation) et du pourcentage des types biologiques.

Ces résultats mettent donc en exergue la pertinence de la surveillance à long terme et la nécessité de poursuivre les observations afin d'affiner les diagnostics. Un effort particulier doit être fourni afin de poursuivre l'harmonisation des méthodologies de collecte et de traitement des données à l'échelle de la région circum-saharienne.

Enfin, si les résultats obtenus sont prometteurs, on ne peut pas prétendre à l'extrapolation de ceux-ci à l'ensemble de la région. L'extrapolation aux zones voisines des observatoires locaux ne pourra se faire quant à elle qu'avec le développement des recherches notamment à travers l'utilisation des données spatiales.

A l'échelle nationale, la confirmation des tendances observées ne pourra être obtenue qu'en multipliant les observatoires sur les territoires nationaux, par exemple par la mise en place de dispositifs nationaux de surveillance environnementale (DNSE)¹⁶.

¹⁶ Il s'agit d'une réplification (et d'une simplification) de la méthode du Roselt régional à l'échelle de chaque pays par la mise en place d'un réseau national d'observatoires. Le Roselt Niger en est actuellement l'exemple le plus abouti.

2.3- Une flore remarquable

Les données collectées dans le cadre de la surveillance à long terme ont aussi permis de porter une attention particulière à l'analyse de la diversité floristique et surtout des espèces remarquables. Ainsi, *les espèces menacées recensées* (vulnérables, rares ou en danger) sont au nombre de 130 dans les observatoires d'Afrique du Nord et de 22 dans les observatoires d'Afrique de l'Ouest. Il est donc indéniable que les zones arides recèlent une richesse et une diversité fragile et sensible à la dégradation qu'il faut suivre et évaluer régulièrement afin de mettre en place les stratégies de conservation de la biodiversité adéquates. Les *espèces endémiques* représentent, quant à elle, une part importante de la richesse floristique globale des observatoires soit 24 % des espèces présentes dans les observatoires d'Afrique du Nord et 13 % dans les observatoires d'Afrique de l'Ouest avec un taux plus élevé dans les conditions d'insularité (Cap Vert) et dans les observatoires sahéliens continentaux avec des endémiques sahéliennes et soudaniennes. Les observatoires de la région circum-saharienne abritent donc une flore particulière qui constitue un réservoir de diversité biologique important à préserver pour favoriser les évolutions futures potentielles : rôle médicinal de certaines espèces par exemple et réservoir pour l'adaptation.



3

L'apport du réseau Roselt/OSS pour éclairer la prise de décision

3.1- Un atout pour l'analyse de l'impact des changements climatiques

Le quatrième rapport du GIEC (2007) a mis en exergue des perspectives dramatiques pour le devenir des zones arides en Afrique. En effet, les modélisations effectuées à partir de données globales fournissent notamment les prévisions suivantes pour le continent africain :

- en 2020, entre 75 et 250 millions de personnes seront exposés à une augmentation du stress hydrique en raison des changements climatiques ;
- en 2020, dans certains pays, les rendements de l'agriculture pluviale pourraient être réduits de 50 %. La superficie des terres agricoles, la longueur des saisons de croissance et le rendement potentiel des cultures devraient diminuer. La production agricole influant l'accès à la nourriture dans de nombreux pays africains est donc très sévèrement compromise. Ceci aura pour effet d'augmenter l'insécurité alimentaire et exacerbera la malnutrition sur le continent ;
- en 2080, une augmentation de 5 à 8 % des espaces arides et semi-arides est projetée par divers scénarios climatiques ;
- à la fin du 21^e siècle, l'élévation du niveau de la mer affectera les côtes les plus basses abritant une large population ;
- le coût de l'adaptation pourrait s'élever à au moins 5 à 10 % du produit intérieur brut (PIB).

Le GIEC rappelle enfin que de nombreuses études confirment que l'Afrique est l'un des continents les plus vulnérables à la variabilité climatique et aux changements à cause des stress

multiples qu'il subit et de sa faible capacité d'adaptation. Et si des stratégies d'adaptation à la variabilité climatique actuelle sont mises en place, elles seront peut être insuffisantes pour pallier les futurs changements climatiques.

D'ores et déjà, les résultats obtenus par le réseau confirment :

- la sensibilité des écosystèmes arides circum-sahariens aux variations pluviométriques et donc à la sécheresse dans les différents observatoires des 10 pays considérés ;
- la tendance à la mise en culture de terres fragiles, voire marginales pour le développement d'une agriculture pluviale non viable à long terme, notamment en raison de la perte en sol donc de terres arables à cause de l'érosion hydrique et éolienne ;
- une dégradation des terres pastorales caractérisée par la diminution du couvert végétal pérenne et le remplacement des bonnes espèces pastorales par des espèces non palatables.

Ainsi, nous constatons que le réseau Roselt/OSS peut apporter des éléments plus précis sur la réponse des écosystèmes et des populations aux changements globaux et à la variabilité climatique en particulier. Le besoin de données locales pour confirmer ou infirmer les prévisions et évolutions envisagées est donc flagrant.

Le rôle du réseau Roselt/OSS est par conséquent indiscutable dans l'amélioration des prévisions faites par le GIEC notamment en affinant les projections à l'échelle locale, pays par pays.

3.2- Un outil pour identifier les services rendus par les écosystèmes

Dans le cadre des travaux du réseau Roselt/OSS, il serait intéressant de poursuivre l'évaluation de *l'impact de la dégradation des terres sur les services rendus par les écosystèmes, notamment ceux qui sont essentiels au bien-être humain et qui sont issus de la production biologique.*

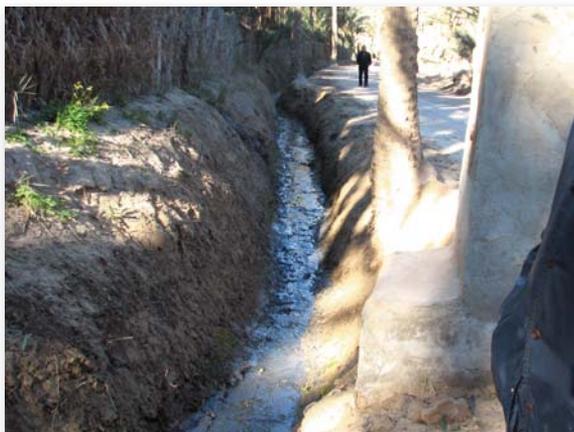
Comme le souligne l'évaluation des écosystèmes du millénaire¹⁷, les manifestations de la désertification sont visibles dans toutes les catégories de services des écosystèmes : services d'approvisionnement, de régulation, culturel et de soutien. Parmi ces services, certains sont régulièrement mesurés et quantifiés, tels que la nourriture, le fourrage, le bois ou l'eau douce.

Le MEA met en particulier en exergue :

- le développement de l'agriculture sur des terres marginales en raison de la baisse de productivité des sols (et donc du revenu des populations) ;

¹⁷ MEA, 2005.

- la conversion des terres de parcours et des systèmes sylvo-pastoraux en terres cultivées. En effet, entre 1900 et 1950, un peu plus de 15 % des terres de parcours des zones sèches ont été converties en systèmes cultivés pour mieux tirer profit du service de fourniture de nourriture ; une conversion un peu plus rapide s'est opérée ces cinq dernières décennies au cours de la Révolution Verte. Ceci a pour conséquence directe d'augmenter le risque de désertification, à cause d'une plus grande pression exercée sur les terres de parcours restantes ou de pratiques culturales non viables comme par exemple l'irrigation lorsqu'elle entraîne la salinisation et la stérilisation des sols ;



l'irrigation peut entraîner la salinisation et la stérilisation des sols

- la transformation progressive des prairies en zones arbustives, ce qui exacerbe l'érosion des sols.

Ces constatations faites à l'échelle globale ont été confirmées par les observations locales du réseau Roselt/OSS, dont les résultats permettent déjà d'évaluer certains services :

- la conversion des terres de parcours en terres cultivées est flagrante dans divers observatoires Roselt/OSS tant au nord qu'au sud du Sahara :
 - à Menzel Habib (Tunisie), les terres cultivées¹⁸ ont plus que triplé (x 3,4) entre 1948 et 2000 passant de 13,9 % à 47,6 % de la superficie ;
 - à Dantiandou (Niger), les terres cultivées représentaient seulement 12 % du territoire en 1950¹⁹ ; leur superficie a progressivement augmenté depuis avec 35 % en 1975 pour atteindre aujourd'hui 76 %²⁰ ;
 - au Ferlo sud (Sénégal), zone agro-pastorale, les zones cultivées occupaient 22,3 % en 1988. En 2000, 30 % de la superficie du territoire est cultivée (49 % si on inclut les jachères). De nouveaux défrichements sont toujours observés et l'extension des superficies agricoles se poursuit ;
- la transformation des steppes arborées et herbacées au profit des steppes à ligneux bas se produit dans les écosystèmes d'Afrique du Nord depuis plusieurs décennies déjà, ce qui témoigne d'une dégradation avancée des terres de parcours et donc des services de fourniture de nourriture²¹. Les steppes ou brousses typiques de la zone sahélienne présentent çà et là les manifestations du remplacement des

¹⁸ Les terres cultivées comprennent à la fois les cultures de l'année et les friches récentes ou jachères.

¹⁹ Loireau, 1998.

²⁰ Roselt/OSS, 2008b.

²¹ Déclin des espèces fourragères, en particulier des graminées pérennes et croissance des espèces peu ou non palatables.

espèces. Ce phénomène de remplacement des espèces le long de gradient de dégradation est bien connu et a été étudié à de nombreuses reprises²².

Ainsi, on constate une dégradation progressive des services d'approvisionnement, de régulation et de soutien dans les observatoires Roselt/OSS qui confirme les tendances décrites par le MEA. Cependant, le réseau Roselt/OSS a permis aussi d'étudier l'effet bénéfique de la protection ou mise en défens qui favorise ainsi les dynamiques progressives dans des milieux n'ayant pas atteint des stades trop avancés de dégradation. Supprimer les pressions pastorales permet la régénération du couvert végétal et la réinstallation progressive des espèces notamment à bonne valeur pastorale. Bien sûr, le retour à des steppes et des brousses dominées par des herbacées pérennes et non par des ligneux demanderait de très longues périodes de mise en défens comme Valone & al. (2002) l'ont montré dans la vallée de San Simon dans le sud-est de l'Arizona (plus de 20 ans étant nécessaires dans ce cas d'étude).

Cependant, supprimer les pressions pastorales favorise bien l'augmentation du couvert végétal des espèces herbacées pérennes (même si elles ne dominent pas) ainsi que la complexité floristique et de la structure de la végétation²³. Pour observer de tels changements, on comprend bien que la surveillance à long terme est indispensable.

En vue de lutter durablement contre les processus de dégradation des terres, le MEA suggère une gestion proactive et globalisée des écosystèmes afin d'améliorer les conditions des milieux et d'assurer un niveau viable et favorable pour le bien-être humain dans les zones sèches.



Exemple d'écosystème : apiculture ; pâturage ; terre agricole...

Pour relever ce défi, le réseau Roselt/OSS et les DNSE peuvent jouer un rôle majeur car ils permettent de suivre et d'évaluer à long terme la fourniture des divers services que peuvent rendre les écosystèmes : évaluation de la quantité et de la qualité de nourriture, de bois, de fourrage mais aussi évaluation de la production primaire. Notons enfin que l'évaluation de la biodiversité lato sensu, garante de la stabilité et de la capacité de résilience des écosystèmes, constitue un bien à préserver pour maintenir les équilibres écologiques et favoriser le développement local et le bien-être humain.

²² Dyksterhuis, 1949 ; Noy-Meir & al., 1989 ; Milchunas & Lauenroth 1993 ; Milton & al., 1994 ; Anderson & Briske, 1995.

²³ Castelano et Valone 2006.

CONCLUSION

Les habitants des zones sèches sont plus que nulle part au monde tributaires des services des écosystèmes dont ils tirent la majeure partie des ressources pour couvrir leurs besoins essentiels tels que la nourriture, le bois de chauffe ou l'eau douce²⁴. *Le capital naturel est donc leur plus grande richesse* pour vivre, voire survivre et faire face aux changements environnementaux (modification des usages, variabilité climatique). La lutte contre la désertification, le maintien de la biodiversité et l'atténuation des effets des changements climatiques sont donc des problèmes de développement durable. La lutte contre le changement climatique est d'ailleurs « un impératif de solidarité humaine dans un monde divisé » (PNUD, 2008). C'est aussi dans ce contexte que le réseau Roselt/OSS tente d'apporter des éclairages scientifiques et des outils d'aide à la décision pour améliorer la gestion des terres sèches et permettre le maintien de la vie humaine dans des zones déjà fragilisées et sensibles aux changements globaux à venir.

L'analyse de l'évolution de la flore, de la végétation et de l'occupation des terres et de l'utilisation des sols menée dans les observatoires Roselt/OSS nord-africains et ouest-africains a été riche en enseignements. En effet, les indicateurs calculés ont permis de mettre en exergue ceux qui sont les plus pertinents pour évaluer l'évolution de la dégradation des terres au cours du temps dans différents observatoires. A l'échelle de la région circum-saharienne, on assiste à la dégradation des terres de parcours qui se manifeste essentiellement par la fragmentation du paysage et par la modification des formations végétales tant sur le plan qualitatif que quantitatif. Celle-ci se caractérise par :

- la modification de la diversité végétale : raréfaction des bonnes espèces pastorales et augmentation des espèces non palatables et des espèces post-culturelles ;
- la modification de la richesse spécifique : nombre d'espèces annuelles élevé, signe de thérophytisation et homogénéisation de la flore ;
- la diminution du couvert végétal et de la biomasse.

Ces changements sont essentiellement dus à l'impact des actions anthropiques et sont majorés par l'effet de la sécheresse. Une dynamique régressive a donc cours dans la majorité des observatoires soumis à de fortes pressions anthropiques, l'impact de ces activités anthropiques étant bien sûr exacerbé aux alentours des zones d'habitation et des

²⁴ MEA 2005.

points d'eau. Des dynamiques progressives peuvent cependant être observées dans les zones protégées, d'où l'importance de la gestion des terres.

L'acquisition des données et des informations sur le long terme reste donc un défi qu'il faut relever si l'on souhaite apporter des solutions localement. S'il s'agit aujourd'hui de penser globalement et d'agir localement, les approches « du haut vers le bas²⁵ » ne seront pas suffisantes et il faut poursuivre le développement des approches « du bas vers le haut²⁶ », telles que Roselt/OSS.

Au titre des outils d'aide à la décision locale, rappelons que le réseau Roselt/OSS a également développé un système d'information sur l'environnement à l'échelle locale (SIEL), permettant d'effectuer des simulations spatialisées des risques de dégradation sur les observatoires à partir du recueil régulier de données environnementales et socio-économiques (Loireau & al., 2007 et Loireau, 1998).

Comme le souligne Cornet (2004), les observatoires constituent un outil à la fois au service de la recherche et au service du développement au travers de trois préoccupations majeures :

- 1** améliorer le potentiel de connaissances de base sur le fonctionnement et l'évolution à long terme des écosystèmes et agrosystèmes et sur la co-viabilité systèmes écologiques/systèmes socio-économiques, assurer un suivi scientifique et statistique de l'environnement permettant, d'une part, de caractériser les causes et les effets de la dégradation des milieux et de leur biodiversité et, d'autre part, de mieux comprendre les mécanismes qui conduisent à ces phénomènes ;
- 2** rendre les connaissances utilisables, par le regroupement, le traitement des données et leur mise à disposition, par l'élaboration d'indicateurs et de produits finalisés aux différents niveaux locaux, nationaux et régionaux. Ces produits élaborés sur l'état de l'environnement et son évolution, ses relations avec les dynamiques sociales et économiques, sont destinés à servir d'outils pour l'établissement de stratégies et de plans de développement durable et de protection de l'environnement, à servir d'appui aux programmes de développement ;
- 3** assurer une fonction de formation, de démonstration et d'apprentissage des problématiques environnementales et de leur prise en compte dans les politiques et les programmes de développement, de lutte contre la désertification, de conservation de la biodiversité et d'atténuation des effets des changements climatiques.

Le réseau d'observatoires locaux Roselt/OSS constitue donc, et à plus d'un titre un outil essentiel dans la mise en place de stratégies efficaces d'adaptation à la variabilité climatique et aux changements globaux, et de plans de gestion durable et intégrée des terres arides et semi-arides circum-sahariennes. Il peut aussi favoriser l'évaluation des services des écosystèmes dont le maintien est un préalable à la satisfaction des besoins des générations

²⁵ ou « top-down ».

²⁶ ou « bottom-up ».

futures. En priorité, la surveillance écologique doit porter sur les 5 indicateurs validés par le réseau car ils apportent l'essentiel de l'information sur l'évolution des territoires et de leur biodiversité, tant au niveau du paysage que des agro-écosystèmes proprement dits.

A l'échelle nationale, les résultats du réseau Roselt/OSS faciliteront la mise en œuvre des DNSE, comme ensemble d'observatoires représentatifs des principales zones géo-agro-écologiques pour un pays donné.

Il est donc aujourd'hui clair pour tout le monde que la nature est un « bien public mondial » dont la saine gestion est l'affaire de tous. Ainsi la conservation de la nature et, mieux, la gestion durable de ses ressources est indispensable pour assurer le bien-être humain des populations contemporaines et des générations futures, l'observation des évolutions des systèmes écologiques et socio-économiques étant un prérequis. Dans ce cadre, le renforcement du réseau Roselt/OSS et la poursuite de ses activités sont donc indispensables.



Zone géo-agro-écologique : nouvelle perspective pour lutter contre la pauvreté rurale.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSON V.J. & BRISKE D.D., 1995. *Herbivore-induced species replacement in grasslands : is it driven by herbivory tolerance or avoidance ?* Ecological Applications, 5 (4) : 1014-1024.
- ANON, 1994. *Texte intégral de la Convention des Nations unies de lutte contre la désertification*. UNCCD.
- ANON, 1994. *Texte intégral de la Convention des Nations unies sur la diversité biologique*. UNCDB.
- CASTELANO J.M. & VALONE T.J., 2006. *Effects of livestock removal and perennial grass recovery on the lizards of a desertified arid grassland*. Journal of Arid Environments, 66 : 87-95.
- CNUED, 1992. *Rapport sur la Conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement*, Rio, Action 21, 344 p.
- CORNET A., 2004. *Le suivi de la désertification en Afrique*. Séance de l'Académie d'agriculture de France du 12 mai 2004, « Surveillance écologique des zones circum-sahariennes », Paris, France. CR Acad Agric, Fr, 2004, 90.
- CSFD, 2005. *La lutte contre la désertification. Un bien public mondial environnemental ? Des éléments de réponse*. Les dossiers thématiques, n° 1, 32 p.
- di CASTRI F. & YOUNES T. (Eds.), 1990. *Ecosystem function of diversity*. Biol. International Issue 22, IUBS, Paris, France.
- di CASTRI F., 1996. *La biodiversité*. Rapport mondial sur la science. Unesco (Ed), Paris : 253-263.
- DYKSTERHUIS E.J., 1949. *Condition and management of range land based on quantitative ecology*. Journal of Range Management, 2 : 362-380.
- EHRlich P.R. & EHRlich A.H., 1981. *Extinction. The causes and consequences of species disappearance*. Random House, New York, USA.
- HOBBS R.J., GROVES R., HOPPER S.D., LAMBECK R.J., LAMONT B.B., LAVOREL S., MAIN A.R., MAJER J.D., SAUNDERS D.A., 1995. *Function of biodiversity in mediterranean ecosystems in Australia*. In: Davis G.W. & Richardson D.M. (Eds), *The function of biodiversity in mediterranean ecosystems*: 233-284. Springer Verlag.

- FLORET C. & PONTANIER R., 1982. *L'aridité en Tunisie présaharienne. Climat, sol, végétation et aménagement*. Travaux et documents de l'ORSTOM n° 150, Paris. p. 544
- GIEC, 2007. *Climate Change 2007 : Impacts, Adaptation et Vulnerability*. Summary for policymakers. 22 p.
- HANAFI M., JAUFFRET S., 2008. "Are long-term vegetation and dynamics useful on monitoring and assessing desertification processes in the arid steppe, southern Tunisia ?" In *Journal of arid Environment* 72, 557-572
- HANAFI A., 2000. *Cartographie des systèmes écologiques et étude de leur évolution depuis 1978 dans la région de Menzel Habib (Gabès)*. DEA en géographie ; FSHST, CNT, IRA, IRD, Tunis, 111 p., cartes, annexes.
- JAUFFRET S., 2001. *Validation et comparaison de divers indicateurs des changements à long terme dans les écosystèmes méditerranéens arides : application au suivi de la désertification dans le Sud tunisien*. PhD thesis, Univ. d'Aix-Marseille III, France.
- JAUFFRET S. & VELA E., 2000. *Passé, présent et devenir des paysages pastoraux au sud et au nord de la Méditerranée. L'exemple du Sud tunisien et du Sud-Est français*. Actes du Séminaire international Mepenpop 2000 : Population rurale et environnement en contexte bioclimatique méditerranéen. 25-28/10/2000, Jerba, Tunisie.
- JOHNSON K.H., VOGT K.A., CLARK H.J., SCHMITZ O.J. & VOGT D.J., 1996. *Biodiversity and the productivity and stability of ecosystems*. *TREE*, 11: 372-377.
- LOIREAU M., SGHAIER M., FETOUI M., BA M., ABDELRAZIK M., D'HERBES J.-M., DESCONNETS J.-C., LEIBOVICI D., DEBARD S., DELAITRE 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)*. *Science et changements planétaires*. Sécheresse, 2007, Volume 18, Numéro 4, oct-nov « Surveillance à Long terme dans les zones arides et semi-arides », p. 328-335.
- LOIREAU M., 1998. *Espaces-Ressources-Usages : spatialisation des interactions dynamiques entre les systèmes sociaux et les systèmes écologiques au Sahel nigérien*. Thèse Doct. Univ. Montpellier III – Paul Valéry, Département de Géographie, 393 p.
- LUBCHENCO J., OLSON A.M., BRUTAKER L.B., CARPENTER S.R., HOLLAND M.M., HUBBELL S.P., LEVIN S.A., MACMAHON J.A., MATSON P.A., MELILLO J.M., MOONEY H.A., PETERSON J.H., PULLIAM H.R., REAL L.A., REGAL P.J. & RISSER P.G., 1991. *The sustainable biosphere initiative : an ecological research agenda*. *Ecology*, 72 (2) : 371-412
- MAHAMANE A. et ISSAKA A., 2008. *Analyse diachronique de l'occupation des terres de la commune de Dantiandou*. Rapport technique Roselt.
- MEA, 2005. *Ecosystèmes et bien-être humain*. Synthèse sur la désertification. 26 p.
- MILCHUNAS D.G. & LAUENROTH W.K., 1993. *Quantitative effects of grazing on vegetation*

- and soils over a global range of environments. Ecological Monographs, 63 : 327-366.*
- MILTON S.J., DEAN W.R.J., du PLESSIS M.A. & SIEGFRIED W.R., 1994. *A conceptual model of arid rangeland degradation. The escalating cost of declining productivity. Bioscience, 44 (2) : 70-76.*
- MILTON S.J., DEAN W.R.J. & ELLIS R.P., 1998. *Rangeland health assessment : a practical guide for ranchers in arid Karoo shrublands. Journal of Arid Environments, 39 : 253-265.*
- NOY-MEIR I., GUTMAN M. & KAPLAN Y., 1989. *Responses of Mediterranean grassland plants to grazing and protection. Journal of Ecology, 77 : 299-310.*
- OSS, 2008. *La surveillance à long terme en réseau circum-saharien : l'expérience Roselt/OSS. OSS Ed., Collection Synthèse n° 3, Tunis. 100 p.*
- OSS, 2004. *Roselt/OSS, un dispositif commun de surveillance de la désertification en Afrique circum-saharienne. Acquis et regard rétrospectif. OSS Ed., Tunis. 49 p.*
- PIMM S.L., 1991. *The balance of nature. University of Chicago Press, Chicago, USA.*
- PNUD, 2008. *Rapport mondial 2007/2008 sur le développement humain. La lutte contre le changement climatique : un impératif de solidarité humaine dans un monde divisé. PNUD, 31 p.*
- QUEZEL P., 2000. *Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. Ibis Press, Paris. 117 p.*
- ROSELT/Algérie, 2005. *Observatoire des Hautes plaines steppiques, Bilan final du projet Roselt/OSS (2002-2005), USTHB-CRSTRA, 135 p*
- ROSELT/OSS, 2008a. *Surveillance environnementale à long terme en réseau circum-saharien : Synthèse Afrique du Nord « Flore – végétation – occupation des terres », document de travail OSS-USTHB, 65 p.*
- ROSELT/OSS, 2008b. *Surveillance environnementale à long terme en réseau circum-saharien : Synthèse Afrique de l'Ouest « Flore – végétation – occupation des terres », document de travail, OSS-UAM. 75 p.*
- ROSELT/OSS, 2004a. *Conception, organisation et mise en œuvre de Roselt. Collection Roselt/OSS, Document Scientifique n° 1. Première parution 1995, 112 p.*
- ROSELT/OSS, 2004b. *Indicateurs écologiques Roselt/OSS. Une première approche méthodologique pour la surveillance de la biodiversité et des changements environnementaux. Collection Roselt/OSS, Document Scientifique n° 4, Montpellier, 50 p. + annexes.*
- ROSELT/OSS, 1995. *Conception, organisation et mise en œuvre de Roselt. Publication France, Italie, Suisse et Unesco. + annexes, 68 p.*

- SOLBRIG O.T., 1991. *Biodiversity. Scientific issues and collaborative research proposals.* Mab Digest 9, Paris Unesco, 77 p.
- VALONE T.J., MEYER M., BROWN J.H., CHEW R.M., 2002. *Timescale of perennial grass recovery in desertified arid grasslands following livestock removal.* Conservation Biology, 16, 4 : 995-1002.
- WHITTAKER R.H., 1972. *Evolution and measurements of species diversity.* Taxon, 21 : 213-251.
- WILSON E.O., 1988. *Biodiversity.* National Academy Press, Washington, D.C., USA.

GLOSSAIRE

Abiotique : concerne toutes les caractéristiques non vivantes décrivant un milieu (climat, caractéristiques physico-chimiques des sols : % d'azote, % de matière organique...) (cf. biotope).

Albédo : rapport de l'énergie solaire réfléchi par une surface sur l'énergie solaire incidente. On utilise une échelle graduée de 0 à 1, avec 0 correspondant au noir, pour un corps avec aucune réflexion, et 1 au miroir parfait, pour un corps diffusant dans toutes les directions et n'absorbant rien du rayonnement électromagnétique visible qu'il reçoit.

Bien public mondial : c'est un bien que tout le monde peut consommer. Sa consommation par une personne ne pénalise pas sa consommation par les autres personnes. Un exemple de BPM est l'air que nous respirons. (CSFD, 2005).

Biodiversité : la biodiversité ou diversité biologique est « un ensemble constitué par la diversité génétique, la diversité spécifique et la diversité écologique et leurs interactions, en un lieu donné et à un moment donné » (di Castri, 1996). Elle comprend donc à la fois (a) la diversité des espèces (richesse spécifique), (b) des individus (diversité génétique), (c) des situations écologiques (complexes d'écosystèmes), (d) des fonctions occupées au sein de l'écosystème (diversité fonctionnelle), (e) des structures organisant la végétation (diversité structurale), (f) des paysages en mosaïques dans l'espace et/ou dans le temps (hétérogénéité spatio-temporelle), etc. (Jaffret & Vela, 2000).

Biocénose : ensemble de tous les êtres vivants (animaux et végétaux) qui colonisent un même biotope (ex. : une forêt, une dune, une friche calcaire). Entre eux, les interactions sont évidemment légion (entraide ou rivalité s'y exercent sans cesse).

Biotique : concerne toutes les caractéristiques vivantes décrivant un milieu (faune, flore, champignons, algues...).

Biotope : ensemble d'éléments caractérisant un milieu physico-chimique déterminé et uniforme qui héberge une flore et une faune spécifiques (la biocénose). Les caractéristiques abiotiques (« sans vie ») d'un biotope peuvent être classées de la manière suivante : climatiques (caractéristiques des influences du climat), pédologiques (caractéristiques physico-chimiques du sol), géologiques (caractéristiques du sous-sol), hydrographiques (distribution des eaux dans l'espace), hydrologiques (caractéristiques et mouvements des eaux), topographiques (caractéristiques altimétriques).

Carte d'occupation des terres (COT) : document cartographique thématique incluant la description et la localisation des principales formations végétales, des espèces dominantes et co-dominantes, des états de la surface du sol et le niveau de pression exercé

par l'Homme. La COT rend compte de l'état actuel de la végétation et de l'emprise des actions humaines sur le milieu.

Carte d'utilisation des sols (CUS) : elle fait référence à un type d'utilisation des ressources par les populations humaines : champs, parcours, forêts (dans le sens de l'exploitation forestière et non de la formation végétale). Elle peut être réalisée à partir des données de la COT.

Coefficient d'efficacité de la pluviosité pour la production (CEP) : le CEP est défini comme étant la production primaire nette par millimètre d'eau de pluie ; il s'exprime en kg MS/ha/an/mm ; c'est un bon indicateur du fonctionnement et de la dynamique de la végétation et des écosystèmes. Il a été évalué à $4,0 \pm 0,3$ à l'échelle des zones arides par Le Houérou (1984). Les écosystèmes en bon état ont des CEP de l'ordre de 4 à 8 kg MS/ha/an/mm notamment sur des sols sableux.

$$CEP (kgMS/ha/an/mm) = \frac{Production(kgMS/ha/an)}{P(mm)}$$

Changements physionomiques : le changement physionomique est un paramètre descriptif basé sur le changement dans l'espace et dans le temps des unités physionomiques de végétation. Il peut être évalué suivant des critères qualitatifs (physionomie de la végétation) ou quantitatifs (changement en valeurs des superficies, du recouvrement global de la végétation, des phytomasses et des valeurs pastorales).

Désertification : désigne la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines.

Dégradation des terres : désigne la diminution ou la disparition, dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches, de la productivité biologique ou économique et de la complexité des terres cultivées non irriguées, des terres cultivées irriguées, des parcours, des pâturages, des forêts ou des surfaces boisées du fait de l'utilisation des terres ou d'un ou de plusieurs phénomènes, notamment de phénomènes dus à l'activité de l'homme et à ses modes de peuplement, tels que :

- (i) l'érosion des sols causée par le vent et/ou l'eau,
- (ii) la détérioration des propriétés physiques, chimiques et biologiques ou économiques des sols, et
- (iii) la disparition à long terme de la végétation naturelle.

Diversité bêta : elle est définie comme l'importance du remplacement des espèces ou des changements biotiques le long de gradients environnementaux (Whittaker, 1972). Elle consiste à comparer la diversité des espèces entre écosystèmes ou le long de gradients environnementaux. Cela suppose de comparer le nombre de taxons qui sont uniques à chacun des écosystèmes.

Taux de variation en composition d'espèces dans l'ensemble des habitats ou parmi des communautés, elle donne une mesure quantitative de la diversité des communautés des environnements changeants.

Diversités des biotopes : la diversité de la végétation est décrite par l'indice de diversité de Shannon.

La diversité des unités de végétation (formations ou faciès) sera estimée en pondérant chacune d'elles par la superficie de la région cartographiée.

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i (\log_2 p_i)$$

Avec p_i = (superficie du faciès 1 / superficie totale de la région cartographiée)

Diversité intra-biotope ou diversité alpha : la diversité intra-biotope ou diversité alpha est évaluée pour caractériser la diversité au sein d'un biotope. La notion de diversité ne recoupe qu'en partie celle de la richesse floristique. En effet, la diversité d'un biotope est la somme des richesses floristiques pondérées par leurs recouvrements (Blondel, 1979). La diversité alpha repose sur la production et l'analyse de différents indices :

1. l'indice de Shannon
2. la régularité J'
3. l'indice de Simpson
4. l'indice de Hill

Dynamique progressive : se dit de la dynamique végétale qui conduit des stades pionniers vers des stades plus matures dits « climaciques », en général de types forestiers, en passant par tous les stades intermédiaires (prairie, formation arbustive).

Dynamique régressive : se dit lors du retour en arrière dans la succession végétale à cause de phénomènes naturels (feu, glissement de terrain, érosion...) ou des activités anthropiques (défrichement, pâturage...). C'est l'inverse de la dynamique progressive, on passe donc de formations arborées à des formations arbustives, voire herbacées.

Dynamique végétale : succession dans le temps des espèces et groupements végétaux en un lieu donné.

Ecosystème : ensemble de tous les êtres vivants (constituant une biocénose) coexistant dans un milieu (ou biotope) donné. Ex. : la flore et la faune d'une forêt constituent, avec le sol qui les porte, et le climat qu'ils subissent, un écosystème très complexe.

Endémisme : caractérise la présence naturelle d'un groupe biologique exclusivement dans une région géographique délimitée. Ce concept, utilisé en biogéographie, peut s'appliquer aux espèces comme aux autres taxons et peut concerner toutes sortes d'êtres vivants : animaux, végétaux ou autres.

Hot spot : anglicisme signifiant littéralement « point chaud » et qui fait référence à une zone géographique caractérisée par une biodiversité très élevée.

Phytomasse : la phytomasse aérienne correspond au poids du matériel végétal, vivant ou non, présent au dessus de la surface du sol, par unité de surface et à un instant donné. Elle est exprimée en kgMS/ha. La mesure de la phytomasse est essentielle pour évaluer la quantité de ressources disponibles sur l'observatoire. Son suivi périodique est indispensable pour évaluer la production primaire en fonction de différents paramètres de production (temps, pluviosité) et de la productivité si on a pu installer les protocoles de mesures requis pour cet indicateur important.

Patrimoine mondial de l'humanité : désigne l'ensemble des sites naturels et culturels auxquels l'humanité attache une valeur particulière et faisant l'objet d'une protection spécifique. La protection du patrimoine mondial culturel et matériel est entrée en vigueur en 1975. Depuis 2006, cette protection s'applique également au patrimoine oral et immatériel, traditions, langues, savoir-faire ou expressions artistiques.

Palatable : se dit d'un aliment dont le goût est agréable (« bon à manger »). Dans le cas des espèces végétales, cela concerne les espèces qui sont très appréciées par les animaux (notamment domestiques).

Pool génétique : c'est le patrimoine génétique qui caractérise une population. C'est la somme des géotypes individuels pour chacun des gènes. Si chaque géotype individuel est fixé définitivement à la naissance et cesse d'exister à la mort de l'individu, le pool génétique d'une population présente une continuité à travers les générations, et peut varier au cours du temps.

Recouvrement de la végétation : le recouvrement global de la végétation (RGV) est la projection verticale au sol de la partie aérienne des espèces végétales (Daget & Godron, 1995). Il peut être estimé d'une manière subjective selon les états et les classes suivantes :

- fermée.....recouvrement global supérieur à 90 %
- peu ouverte.....recouvrement compris entre 75 et 90 %
- semi-ouverte.....recouvrement compris entre 50 et 75 %
- ouverte.....recouvrement compris entre 25 et 50 %
- très ouverte.....recouvrement compris entre 10 et 25 %
- extrêmement ouverte.....recouvrement compris entre 0 et 10 %

Le recouvrement de la végétation peut être exprimé par la notion de fréquence spécifique centésimale (Fsi) qui exprime la probabilité de présence d'une espèce dans l'unité échantillonnée. L'état de dégradation des milieux est mis en évidence à travers le suivi de l'évolution du recouvrement global de la végétation de la région cartographiée.

Résilience : on définit la résilience d'un écosystème après une perturbation comme étant sa vitesse de récupération (Westman, 1978, 1986). Plus précisément, le terme résilience désigne l'aptitude d'un écosystème à revenir à sa trajectoire antérieure, de succession progressive, après disparition des perturbations externes qui l'en avaient dévié (Connell & Slayter, 1977).

Révolution verte : politique de transformation des agricultures des pays en développement (PED) ou des pays les moins avancés (PMA), fondée principalement sur l'intensification et l'utilisation de variétés de céréales à hauts potentiels de rendement.

Le terme désigne le bond technologique réalisé en agriculture au cours de la période 1944-1970, à la suite de progrès scientifiques réalisés durant l'entre-deux-guerres. Elle a été rendue possible par la mise au point de nouvelles variétés à haut rendement, notamment de céréales (blé et riz), grâce à la sélection variétale. L'utilisation des engrais minéraux et des produits phytosanitaires, de la mécanisation, de l'irrigation y ont aussi contribué. Elle a eu pour conséquence un accroissement spectaculaire de la productivité agricole, notamment en vue d'assurer la sécurité alimentaire sur la planète.

Richesse floristique : la richesse floristique représente la liste de tous les végétaux de rang taxonomique divers (famille, genre, espèces, sous-espèces et variétés) qui peuplent un écosystème (Long, 1974).

Les données récoltées concernent la liste des espèces végétales établie à travers des relevés floristiques. Elle peut être globale (à l'échelle de l'observatoire) ou définie par faciès ou formation végétale.

Thérophytisation : caractéristique des zones arides exprimant une stratégie d'adaptation vis-à-vis des conditions défavorables et une forme de résistance aux rigueurs climatiques (Daget, 1980). Le phénomène de thérophytisation correspond à l'augmentation du nombre d'espèces annuelles dans le cas d'une dégradation prononcée des écosystèmes due à la sécheresse.

Types biogéographiques : la biogéographie a pour but de structurer l'ensemble de la distribution de la biodiversité. La phytogéographie étudie la répartition des végétaux à la surface du globe et les causes de cette répartition ainsi que les relations existantes entre les espèces ou communautés végétales, d'une part, et la géographie, les caractéristiques mésologiques (climat et sols) et biologiques (ensemble des organismes vivants), d'autre part. Un territoire phytogéographique est défini par le degré d'originalité de sa flore et de sa végétation.

Types biologiques : les types biologiques (système de Raunkiaer) ont pour intérêt d'organiser tous les végétaux selon le positionnement des organes de survie (méristème, croissance) de la plante durant la période défavorable. On compte 2 catégories :

- espèces annuelles ou thérophytes : passage de la mauvaise saison sous forme de graine ;
- espèces vivaces ou pérennes : persistance d'une partie de l'appareil végétatif pendant la mauvaise saison.

Ces 2 catégories sont divisées en classes :

- 1- Phanérophyte : bourgeons dormants aériens à plus de 50 cm de la surface du sol ;
- 2- Chamaephyte : bourgeons dormants aériens à moins de 50 cm de la surface du sol ;
- 3- Hémicryptophyte : bourgeons dormants à la surface du sol ;
- 4- Géophyte : bourgeons dormants sous la surface du sol ;
- 5- Cryptophyte : bourgeons cachés dans le sol.

Unités physiologiques : on distingue deux grands types d'unités physiologiques :

- les séquences de végétation/les formations : elles constituent les unités synthétiques de végétation et sont directement liées à la physiologie de la végétation qui dépend essentiellement du type biologique des espèces dominantes ;
- les faciès de végétation : ils résultent de la combinaison des premières espèces dominantes (il est généralement admis de ne retenir que les 3 premières espèces dominantes ; exceptionnellement la quatrième espèce dominante peut être prise en compte).

Unité paysagère : c'est une portion d'espace homogène et cohérente tant sur les plans physiologiques, biophysiques et socioéconomiques. Ses différents constituants, ambiances, dynamiques et modes de perception permettent de la caractériser. Une unité paysagère correspond généralement à une unité géomorphologique.

Valeur pastorale : c'est un paramètre synthétique qui traduit la qualité des parcours. Il tient compte de l'abondance relative des espèces mesurée par leur contribution spécifique au tapis végétal (Csi) et de leur qualité bromatologique mesurée par l'indice spécifique de qualité (Isi) affecté de façon empirique à chaque espèce (Daget et Poissonet, 1971, 1972). Ce concept de valeur bromatologique traduit un classement des espèces pastorales selon leurs qualités fourragères.

L'échelle 0 à 10 a été retenue pour les steppes d'Afrique du Nord. La valeur minimale (0) indique le refus ou la toxicité. La valeur maximale (10) caractérise une espèce très hautement palatable. La valeur pastorale d'une unité i se calcule comme suit :

$$V_{pi} = 0,1 \sum (C_{si} \times I_{si}) * RG_{V}$$

Avec V_p : Valeur pastorale, C_{si} : Contribution spécifique (en %) et I_{si} : Indice spécifique de qualité.

Annexe 1 : Les 27 observatoires Roselt/OSS labellisés

Algérie	*Steppes des Hautes Plaines du Sud-Ouest oranais et Tassili N'Ajjers
Cap Vert	*Ribeira Seca et Ribeira principal
Egypte	*El Omayed et Matruh
Ethiopie	*Melka Werer (pilote qui n'a jamais fonctionné) et Awash park
Kenya	*Kiboko-Kibwezi
Libye	*El Hera (labellisé en 2004)
Mali	*Cercle de Bourem (Bamba), Niono et Boucle du Baoulé
Maroc	*Issougui, *Oued Mird et Fezzouata
Mauritanie	*Nouakchott, Boutilimit et Banc d'Arguin
Niger	*Torodi- Tondikandia-Dantiandou (3 sites) et *Keita
Tunisie	*Haddej-Bou Hedma, *Menzel Habib et Oued Graguer
Sénégal	*Ferlo Sud et *Ferlo Nord (sous-territoires de l'immense observatoire du Ferlo) et Tissé Kemor

Les observatoires-pilotes sont marqués d'un astérisque

Annexe 2 : Caractéristiques de 10 observatoires-pilotes Roselt/OSS

	Nom des observatoires Roselt/OSS	Superficie du territoire de l'Observatoire (103 ha)	Bioclimat régional	Types d'écosystèmes dominants	Usages dominants
Afrique du Nord					
Algérie	Steppes des Hautes plaines du Sud oranais Zone d'étude de Méchéria	1 548	Méditerranéen : du semi-aride inférieur au per-aride	Ecosystèmes steppiques Agrosystèmes	Céréaliculture pluviale, systèmes pastoraux
Egypte	El Omayed	100	Méditerranéen aride	Ecosystèmes steppiques	Aridoculture, vergers, cultures irriguées et systèmes pastoraux
Maroc	Oued Mird	60	Méditerranéen aride inférieur	Ecosystèmes steppiques Ecosystèmes de savane claire à Acacia raddiana	Céréaliculture pluviale, cultures irriguées dans les oueds, systèmes pastoraux
Tunisie	Haddej-Bou Hedma	55,4	Méditerranéen aride	Ecosystèmes steppiques Ecosystèmes de savane claire à Acacia raddiana Agrosystèmes	Cultures pluviales, aridoculture, systèmes pastoraux
	Menzel Habib	190			
	Zone d'étude de Zougrata	81			
Afrique de l'Ouest					
Cap Vert	Ribeira Seca	22	Tropical, semi-aride à aride, monomodal à variante côtière océanique	Systèmes agro-forestiers	Cultures pluviales, cultures irriguées
Mali	Cercle de Bourem : zone-test de Bamba	129,6	Tropical, aride monomodal	Ecosystèmes de savane très claire et agrosystèmes sahéliens	systèmes pastoraux, cultures de décrue, cultures irriguées, pêche
Mauritanie	Nouakchott	40	Tropical, aride monomodal à variante côtière océanique	Ecosystèmes péri-urbain dégradé Ecosystèmes côtiers	Systèmes pastoraux
Niger	Torodi –Tondikandia – Dandiantou (3 sites)	79,443	Tropical, semi-aride monomodal	Ecosystèmes de savane claire et agrosystèmes sahéliens	Cultures pluviales, cultures irriguées, systèmes pastoraux
Sénégal	Grappe du Ferlo : Souilène, Widou (Ferlo Nord), Linguère (Ferlo Sud)	2 600	Tropical, semi-aride monomodal	Ecosystèmes de savane claire et agrosystèmes sahéliens	Cultures pluviales, systèmes pastoraux

NB : ces observatoires ont mis en place d'un dispositif de surveillance à long terme

La répartition des observatoires dans la zone circum-saharienne et les observations régulières au cours du temps à partir d'un dispositif pérenne de collecte des données sur le terrain a permis d'étudier des situations agro-écologiques contrastées. Le but était de favoriser les analyses diachroniques et synchroniques sur la dynamique des milieux, sous l'effet des différentes forces directrices d'origine climatique ou anthropique. Cette approche permet aussi d'appréhender d'une façon objective les phénomènes de dégradation du milieu ou, au contraire, les processus de sa régénération et d'évaluer la perte ou la conservation de la biodiversité.

Annexe 3 : Caractéristiques climatiques des 10 observatoires-pilotes Roselt/OSS

Pays	Observatoire	Coordonnées	Station de référence	Altitude (m)	P mm/an	m °C	M °C	T °C	Bioclimat local
Afrique du Nord									
Algérie	Steppes des Hautes plaines du Sud oranais	34°22'N 00°21'E	Station d'El Bayadh	900-1300	239,5	2	35,2	18,6	Méditerranéen aride supérieur et moyen à hiver frais Semi-aride inférieur à hiver froid (montagne)
			Station de Rogassa		250	-0,9	63,7	17,9	Méditerranéen arid supérieur à hiver froid
			Station de Borj El May		202	0,5	36	18,25	Méditerranéen aride supérieur à hiver frais à froid
Egypte	El Omeyed	30°44' - 30°50' N 29°10' - 29°13' E		6-60	140	9,6	29,5	19,6	Méditerranéen aride inférieur
Maroc	Oued Mird	30°02' - 30°22' N 05°11' - 05°25' W		640-1200	74	3,1	42,5	22,8	Méditerranéen hyperaride
	Haddej-Bou Hedma	34°00' - 34°30' N 08°40' - 09°40'E		450-580	180	3,9	37,0	20,45	Méditerranéen aride inférieur
Tunisie	Manzel Habib	34°10' N 9°45' E	Station de Menzel Habib	100 à 200	146	-	-	-	Méditerranéen aride inférieur
			Station de Gabès		170	5,9	32,7		
Afrique de l'Ouest									
Cap Vert	Ribeira Seca	15° 02'N 23° 37'O	Praira	350	224	-	-	25	Tropical sahélien
Mali	Cerde de Bourem (Barmab)	17°15'41"N 1°24'11,1"O	Bamba	50	150	-	-	30	Tropical sahélo-saharien
Mauritanie	Nouakchott	18,11°N 16,16°O	Nouakchott	0	117	-	-	26	Tropical saharo-sahélien
Niger	Torodi-Tondikandia-Danitandou	13°32'N 2°42'E	Niamey	250	574,1	23	44	33,5	Tropical soudano-sahélien
Sénégal	Ferlo	15,88°N 15,25°O	Linguère	20	471	22,8	32,9	28	Tropical soudano-

* P : pluviométrie annuelle moyenne ; m : moyenne des minima du mois le plus froid ; M : moyenne des maxima du mois le plus chaud ; T : température annuelle moyenne

PARTENAIRES DU RÉSEAU Roselt/OSS

Maître d'ouvrage : OSS



Observatoire du Sahara et du Sahel

Assisté par :

- un Comité de pilotage ;
- un Comité scientifique et technique.

Partenaires nationaux du réseau en Afrique

Algérie	Centre de recherche scientifique et technique sur les régions arides (CRSTRA, Biskra), Alger
Cap Vert	Instituto Nacional de Investigaçao E Desenvolvimento Agrario (INIDA) - Praia
Egypte	Department of botany, faculty of science, University of Alexandria
Ethiopie	Pastoral Unit-Ministry of Agriculture - Addis Abeba
Kenya	Ministry of Water Resources Development and Management - Nairobi
Mali	Institut d'economie rurale (IER)- Bamako
Maroc	Division de recherche et d'expérimentations forestières (DREF) - Rabat
Mauritanie	Direction de l'environnement et de l'aménagement rural (DEAR) - Nouakchott
Niger	Ministère de l'hydraulique, de l'environnement, et de la Lutte contre la désertification - Niamey
Sénégal	Centre de suivi écologique (CSE) - Dakar
Tunisie	Institut des régions arides (IRA) - Médenine

Extension en cours

Ouganda	Ministry of Water lands and Environment, Kampala
Tchad	Ministère de l'Environnement et de l'Eau - N'djamena
Burkina Faso	Institut de l'environnement et des recherches agricoles (INERA) - Ouagadougou
Libye	Libyan Center for Remote Sensing and Space Science (LCRSSS) - Tripoli

Partenaires régionaux



Partenaires financiers

France



DDC/ Suisse



Italie



Partenaires associés



IGAD



CILSS



UMA



UNESCO



UE



GTZ



CeSia

ACRONYMES

CIRAD	Centre international de recherche agronomique pour le développement
COT	Carte d'occupation des terres
CUS	Carte d'utilisation des sols
DNSE	Dispositifs nationaux de surveillance environnementale
GIEC	Le Groupe intergouvernemental pour l'évolution du climat
INSAH	Institut du Sahel
IRD	Institut de recherche pour le développement
MEA	<i>Millenium Ecosystem Assessment</i>
OSS	Observatoire du Sahara et du Sahel
PNUD	Programme des Nations unies pour le développement.
Roselt/OSS	Réseau d'observatoires de surveillance écologique à long terme
SIEL	Système d'information environnemental localisé

La nature est un « bien public mondial » dont la saine gestion est l'affaire de tous. Ses ressources sont cependant limitées, en particulier en zones sèches, où elles sont la principale source de vie, ou de survie, des populations : nourriture, bois de chauffe, eau douce...

Les travaux du réseau d'observatoires de surveillance écologique à long terme (Roselt/OSS) au cours de ces dix dernières années montrent déjà, dans les sites observés au circum-Sahara, du fait des activités anthropiques et du réchauffement planétaire, un changement de l'utilisation des sols, une fragmentation du paysage et une réduction de la diversité biologique. 130 espèces végétales sont menacées dans les observatoires d'Afrique du Nord et 22 dans les sites ouest-africains. Et pourtant la flore du circum-Sahara comporte des ressources génétiques particulières qui se sont à la longue adaptées à l'aridité croissante de la région et à diverses activités humaines : pâture, agriculture pluviale, cueillette et coupe de bois. Certaines variétés végétales possèdent même des caractéristiques génétiques utilisables dans le monde entier. Le mil issu d'espèces sauvages sahéliennes par exemple, ou le cenchrus cilié utilisé comme fourrage. Ce patrimoine représente une base potentielle pour le développement local des zones sèches, en particulier en Afrique. Un patrimoine à suivre et à évaluer régulièrement.

C'est la mission du réseau Roselt/OSS : développer des méthodologies harmonisées de collecte et de traitement des données pour évaluer les changements environnementaux – désertification ou dégradation des terres, changement climatique et modification de la biodiversité – et fournir des outils d'aide à la décision pour améliorer la gestion des terres sèches, faire progresser la science, et permettre le maintien des populations.

ISBN : 978-9973-856-37-1



OBSERVATOIRE DU SAHARA ET DU SAHEL

Bvd du Leader Y. Arafat, BP 31, 1080 Tunis, Tunisie

Tél. : (+216) 71 206 633, Fax : (+216) 71 206 636

E-mail : boc@oss.org.tn - URL : www.oss-online.org