

LA SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE DANS LE CIRCUM-SAHARA

SYNTHÈSE RÉGIONALE ÉCOLOGIE

(ALGÉRIE - BURKINA FASO - KENYA
MALI - NIGER - SÉNÉGAL - TUNISIE)

2012

Avec le soutien de la DDC - Suisse



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

LA SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE DANS LE CIRCUM-SAHARA

SYNTHÈSE RÉGIONALE ÉCOLOGIE

(ALGÉRIE - BURKINA FASO - KENYA
MALI - NIGER - SÉNÉGAL - TUNISIE)

2012

Observatoire du Sahara et du Sahel - OSS
Avec le soutien de la Direction du Développement et de la Coopération - DDC

Tunis, 2013

© Observatoire du Sahara et du Sahel 2013

**La Surveillance environnementale dans le circum-Sahara : Synthèse régionale
écologie (Algérie - Burkina Faso - Kenya - Mali Niger - Sénégal - Tunisie) 2012**
OSS. _ OSS, Tunis : 2013. _ 128 p.

ISBN : 978-9973-856-75-3

Photo de couverture : Banizoumbou, Niger - 2009. Lilia Benzid, OSS

SOMMAIRE

Avant-propos	5
Remerciement	7
Préambule	9
1- Cadre général et contexte international	11
2- Surveillance environnementale	13
3- Caractéristiques biophysiques des observatoires	17
3.1- Les observatoires de l'Afrique du Nord	17
3.1.1- Les observatoires de la Tunisie	18
3.1.2- Les observatoires de l'Algérie	21
3.2- Les Observatoires de l'Afrique de l'Ouest	22
3.2.1- Les Observatoires du Sénégal	23
3.2.2- Les observatoires du Niger	25
3.2.3- Les observatoires du Mali	28
3.2.4- Les observatoires du Burkina Faso	31
3.3- Les Observatoires de l'Afrique de l'Est	32
3.3.1- L'observatoire du Kenya	33
4- Démarche méthodologique	35
4.1- Approche de sélection des indicateurs environnementaux	35
4.2- Définition et méthodes de calcul des indicateurs	36
4.2.1- Les indicateurs de l'occupation des terres	37
4.2.2- Les indicateurs de la biodiversité	39
5- Synthèse Afrique du Nord : Ecologie – Végétation – Occupation des Terres	41
5.1- Les tendances climatiques	41
5.2- La surveillance des ressources en eau	43
5.3- Suivi de la végétation et de l'occupation des terres en Afrique du Nord	46
5.3.1- Les changements physiologiques	47
5.3.2- Analyse de l'évolution des superficies des terres de parcours et terres cultivées	48
5.3.3- Évolution des formations végétales	50
5.3.4- Les changements du couvert végétal	57
5.3.5 - La diversité des Biotopes	59
5.3.6 - Evolution des phytomasses et des CEP (RUE)	60
5.4- Les indicateurs de la biodiversité dans les observatoires de l'Afrique du Nord	63
5.4.1- La richesse spécifique	63

5.4.2- Evolution des espèces pérennes	64
5.4.3- Le type de familles	65
5.4.4- Les types biologiques	72
5.4.5- Les types biogéographiques	72
6- Synthèse Afrique de l'Ouest : Ecologie - Végétation - Occupation des Terres	75
6.1- Les tendances climatiques dans les observatoires de l'Afrique de l'Ouest	75
6.2- La surveillance des ressources en eau en Afrique de l'Ouest	77
6.3- Suivi de la végétation et de l'occupation des terres en Afrique de l'Ouest	78
6.3.1- Changements physiologiques	78
6.3.2- Diversité des biotopes	91
6.3.3- Evolution des phytomasses et des CEP (RUE)	93
6.4- Etat de la biodiversité dans les observatoires de l'Afrique de l'Ouest et de l'Afrique de l'Est	96
6.4.1- Dans les observatoires ROSELT/OSS	96
6.4.2- Dans les observatoires DNSE de l'Afrique de l'Ouest	96
7- Ecologie - Végétation - Occupation des Terres dans l'observatoire du Kenya, Kiboko-Kibwezi	99
7.1- Les conditions climatiques	99
7.2- Les changements physiologiques dans l'observatoire du Kenya	99
7.3- La biodiversité	100
8- Discussions	101
8.1- Sur le plan du climat et des ressources en eaux	101
8.2- Les indicateurs de la COT et de la végétation	102
8.3- Biodiversité	106
8.4- Les observatoires DNSE	105
9- Recommandations et perspectives	106
ANNEXES I	119
ANNEXE II	121

AVANT-PROPOS

*Par Khatim Kherraz,
Secrétaire Exécutif de l'Observatoire du Sahara et du Sahel*

Les pays circum sahariens souffrent de maux environnementaux récurrents, dont la fréquence et l'intensité ne cessent de croître depuis quelques décennies. Ils sont par ailleurs autant perturbés par les changements climatiques qu'affectés par la désertification et l'érosion de la diversité biologique, et ont de plus, et pour leur quasi-totalité, une économie qui repose sur un secteur primaire réduit aux activités agricoles et pastorales.

Malgré leurs avancées institutionnelles, scientifiques ou techniques, le problème de l'insécurité alimentaire continue à se poser à eux avec acuité, exacerbé par le rythme de la croissance démographique. Les derniers épisodes de famine observés dans la bande sahélienne, rappellent à la communauté internationale que le circum Sahara est loin d'atteindre le premier Objectif du Millénaire qui vise à réduire de moitié la proportion de la population vivant dans l'extrême pauvreté à l'horizon 2015.

L'amélioration de la sécurité alimentaire et des moyens d'existence des populations de cette région passent impérativement par la lutte contre les effets néfastes de la désertification et des changements climatiques ainsi que par la préservation de la diversité du patrimoine naturel et matériel.

Les crises environnementales survenues récemment dans le circum-Sahara ont dévoilé clairement les liens étroits existants entre le niveau de développement et les ressources naturelles. De ce fait, leur gestion et leur prévention nécessiteraient l'implémentation de stratégies d'adaptation qui sont à puiser dans les savoirs écologique et socio-économique.

La surveillance environnementale peut participer activement à cette connaissance, en permettant, entre autres, l'évaluation correcte du capital biologique. Elle peut de plus s'orienter vers une conciliation du développement économique et social ainsi que celle de la lutte contre la désertification en permettant l'analyse des relations entre les ressources et leurs utilisations, par l'usage de modèles économiques et sociaux.

L'Observatoire du Sahara et du Sahel a contribué aux efforts de ses pays membres en termes de surveillance environnementale en concevant une architecture globale des dispositifs dans la région circum-saharienne, qui devraient être appropriés par les institutions nationales spécialisées. Il a en effet mis en place le Réseau d'Observatoires de Surveillance Ecologique à Long Terme (ROSELT) et les Dispositifs Nationaux de Surveillance Environnementale (DNSE) dans une dizaine de pays pour suivre de plus près

l'évolution de certains écosystèmes représentés par des unités d'observations appelées communément «observatoires».

Les ouvrages collectifs que nous publions, coordonnés respectivement par les Professeurs Dalila Nedjraoui pour l'Ecologie et Mongi Sghaier pour la socio-économie, ont agrégé les efforts des compétences africaines impliquées avec l'OSS dans la surveillance environnementale et relatent les observations faites depuis 1998 au niveau des observatoires de l'Algérie, du Burkina Faso, du Kenya, du Mali, du Niger, du Sénégal et de la Tunisie.

Ils montrent d'une façon on ne peut plus claire, que les observatoires de surveillance environnementale sont des outils efficaces et pertinents pour les observations biophysiques et socio-économiques, en permettant de dégager les grandes tendances à l'échelle locale et par extension, dans toute la région circum-saharienne.

En dépit de l'important travail observationnel réalisé, par au moins deux générations d'écologues qui se sont relayés au niveau des observatoires ROSELT, un effort supplémentaire reste à déployer. C'est cet effort que l'Observatoire du Sahara et du Sahel va continuer à faire, afin de mieux valoriser les résultats obtenus mais aussi d'améliorer la qualité des produits, à travers une présence accrue et une collaboration plus étroite avec les institutions régionales et internationales.

Nous espérons de tout cœur que cela aidera le circum-Sahara à tirer profit de son patrimoine environnemental en respectant son harmonie et sa durabilité.

Je ne terminerai pas sans remercier tous ceux qui ont contribué par leur travail, leurs suggestions, ou leur appui, à la réalisation de ces ouvrages.

M. Khatim KHERRAZ



Secrétaire Exécutif de l'OSS

REMERCIEMENTS

Cette synthèse régionale «écologie» a été réalisée sous la supervision de M.K.Kherraz, Secrétaire Exécutif de l'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS), et la coordination de MM N. Ben Khatra et M. Briki, du programme Environnement de l'OSS. Mme D. Nedjraoui en est l'auteur principal.

La réalisation de ce document a été rendue possible grâce au soutien de la DDC-Suisse et à la contribution des partenaires impliqués dans les activités de surveillance environnementale dans les pays de la région circum saharienne (Algérie, Burkina Faso, Kenya, Mali, Maroc, Niger, Sénégal et Tunisie).

Il convient ici de remercier les équipes et les chercheurs pour leurs contributions:

- en Algérie, l'équipe du Pr. Dalila Nedjraoui : M. Aziz Hirche, M. Mustapha Salamani, M. Abdelmajid Boughani et Melle. Hourizi Ratiba, (Université des Sciences et Technologie Houari Boumediene)
- au Burkina Faso, MM. Louis Blanc Traoré et Norbert Sidibé, (Secrétariat Permanent du Conseil National pour l'Environnement et le Développement Durable / CONEDD)
- au Kenya, Pr. Geoffroy Muluvi, M. Kevin Zowe et Mme. Dorothy Amwata, (The South Eastern University College SEUCO)
- au Mali, M. Ibrahima Diakité, (Agence de l'Environnement et du Développement Durable AEDD) ; M. Fadiala Dembélé (Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée IPR/IFRA de Katibougou) et M. Moussa Karembé (Université de Bamako) ;
- au Niger, M. Wata Sama Issoufou (Directeur du Centre National de Surveillance Ecologique et Environnementale / CNSEE) et le Pr. Ali Mahamane et ses collègues de l'Université Abdou Moumouni, Pr Mahamane Saadou, Pr Karimou Ambouta, Pr Maxime Banouin et M. Abassa Issaka ;
- au Sénégal, M. Abdoulaye Welé, M. Abdoulaye Faye et M. Jacques André Ndione, (Centre de Suivi Ecologique CSE) ;
- en Tunisie, MM Hakim Issaoui et Hamda Aloui (Ministère de l'Équipement, Direction Générale de l'Environnement et de la Qualité de la Vie / DGEQV) M. Mohamed Ouessar et M. Mongi Sghaier (Institut des Régions Arides / IRA Médenine) ; M. Abdelhamid Khaldi, M. Taoufik Hermassi, M. Abdelwahab Dhahria et Melle Ines Mankai (Institut National des Recherches en Génie Rural, Eaux et Forêts / INRGREF).

Nous sommes également redevables à l'équipe communication de l'OSS: Mme Lilia Benzid qui a efficacement contribué à la relecture et à la clarté de ce texte et Mme Olfa Othman, qui a largement contribué à la mise en page du document. Que tous soient remerciés pour leur esprit d'équipe.

Enfin, l'élaboration de la version finale de ce document a été réalisée grâce aux précieux commentaires et critiques de M. Chedli Fezzani, ancien Secrétaire Exécutif de l'OSS, qu'il trouve ici l'expression de notre profonde gratitude.

Que tous, y compris ceux qui n'ont pu être cités ici, trouvent en ce travail le fruit de leur franche collaboration.

PREAMBULE

Cette synthèse régionale «écologie» est publiée en même temps que la synthèse régionale «socio-économie» sur la base des données collectées au niveau des observatoires des sept pays concernés : Algérie, Burkina Faso, Kenya, Mali, Niger, Sénégal et Tunisie.

L'élaboration des synthèses régionales «écologie et socio économie», à partir des résultats de la surveillance environnementale à long terme dans les différents observatoires de la zone circum saharienne, a été discutée au cours de l'atelier organisé par l'OSS, réunissant les experts «écologie» et «socio économie» qui s'est tenu au siège de l'OSS à Tunis en Novembre 2010.

Au cours de cet atelier, le cadre de l'étude a été débattu entre les membres de l'OSS et les experts et le canevas de la rédaction des différentes synthèses a été établi.

L'OSS a fourni aux experts tous les documents nécessaires pour l'élaboration de cette synthèse :

- les documents ROSELT/OSS acquis du réseau : Documents scientifiques (DS) et Cahiers techniques (CT),
- les rapports de bilans de tous les pays impliqués dans ROSELT/OSS, de 2005,
- les deux synthèses sous-régionales de l'Afrique du Nord et de l'Afrique de l'Ouest : Flore, – Végétation, – Occupation des terres,
- la synthèse régionale socio-économique Afrique du Nord et Afrique de l'Ouest,
- la synthèse régionale relative à la surveillance environnementale à long terme en réseau circum - saharien : l'expérience ROSELT/OSS,
- les rapports bilans de l'actualisation des données de 2011 pour 6 observatoires ROSELT/OSS/OSS (Tunisie, Algérie, Niger, Mali, Sénégal et Kenya),
- les rapports relatifs à l'état de références des nouveaux observatoires faisant partie des DNSE.

Tous ces documents ont été consultés et ont fait l'objet d'une analyse qui a servi de base à la rédaction de la synthèse régionale «écologie» qui a été réalisée par les membres de l'équipe ROSELT/OSS/Algérie : Pr. Dalila Nedjraoui, M. Aziz Hirche et Mme. Ratiba Hourizi. La coordination des différents rapports a été assurée par le Pr. Dalila Nedjraoui.

1- CADRE GENERAL ET CONTEXTE INTERNATIONAL

La dégradation des écosystèmes est un phénomène qui trouve son importance dans les régions arides et semi arides. La région circum-saharienne est la plus vulnérable et la plus touchée. Cette zone est composée d'écosystèmes très fragiles et très vulnérables et est soumise à des conditions écologiques et socioéconomiques très défavorables.

Deux longues périodes de sécheresse, 1974 et 1984, qui ont «atteint une intensité, une extension et une durée sans équivalence depuis l'origine des mesures pluviométriques» (Rognon, 1991), ont eu d'importantes répercussions sur l'environnement et le milieu humain : baisse importante du niveau des nappes phréatiques, réduction des potentialités pastorales et accentuation de la pauvreté. Ces sécheresses récurrentes et l'exploitation abusive des ressources naturelles par l'Homme, représentent les deux perturbations constituant les principales forces motrices des changements dans la plupart des systèmes arides dans le pourtour du Sahara (GIEC, 1996).

La région circum-saharienne subit aujourd'hui d'importantes mutations environnementales : la désertification, les sécheresses, le changement climatique et la perte de la diversité biologique. Cette crise environnementale induit un fort taux de pauvreté et de ce fait une surexploitation des ressources dont les conséquences sont désastreuses sur les écosystèmes.

La Convention de lutte contre la Désertification de l'ONU (UNCCD) prévoit que les pays touchés Parties se consultent et coopèrent pour élaborer des programmes d'action sous-régionaux en vue d'harmoniser, de compléter et de rendre plus efficaces les programmes nationaux de lutte contre la désertification (art. 11 de la Convention). Ainsi, dans l'objectif de la mise en œuvre de la Convention, de nombreux programmes ont été initiés, notamment les différents Plans d'Action Sous Régionaux de lutte contre la désertification PASRs qui ont été élaborés par les organisations sous régionales : l'UMA pour les pays du Maghreb, le CILSS et la CEDEAO pour l'Afrique de l'Ouest et l'IGAD pour l'Afrique de l'Est.

D'un autre côté, les chercheurs de la planète se sont mobilisés pour donner une assise scientifique à la mise en œuvre de la convention. En effet, la Conférence des Nations Unies de Rio (1992) sur l'Environnement et le Développement a été un déclic pour une prise de conscience universelle des dangers qui pèsent sur l'environnement depuis ce jour, et de la nécessité de renforcer les bases scientifiques du développement durable. La recherche scientifique se doit d'être une recherche développement basée sur une approche participative, qui apporterait un soutien pour une meilleure connaissance des causes et des conséquences de la dégradation des terres arides, qui démontrerait l'étroite corrélation entre les études éco-systémiques et celles de l'organisation des populations locales et proposerait, de ce fait, les solutions les plus efficaces

à apporter pour freiner le processus de désertification, assurer la sécurité alimentaire et lutter contre la pauvreté.

Dans ce contexte, l'UNCCD a invité la communauté scientifique, par l'intermédiaire du Comité de la Science et de la Technologie, à s'impliquer dans les actions de lutte contre la dégradation des ressources naturelles et des conditions des milieux, en développant des recherches appliquées dans les zones affectées par la désertification.

Les participants au Sommet de la terre de Johannesburg en 2002, ont également recommandé que les scientifiques soient partie prenante dans la mise en œuvre des trois conventions environnementales internationales (Convention des Nations Unies pour la Lutte Contre la Désertification UNCCD, Convention des Nations Unies sur la Biodiversité UNCBD, Convention des Nations Unies sur les Changements Climatiques UNCCC) et influent sur la prise de décision dans le domaine de la préservation des ressources naturelles. Les trois conventions ont mis l'accent sur le besoin urgent d'améliorer la performance des stratégies et programmes de développement et ont attiré l'attention sur l'importance des systèmes de surveillance environnementale, des dispositifs de suivi-évaluation de ces stratégies et de ces programmes, ainsi que sur la mise en place de systèmes d'alerte précoce. L'objectif de ces systèmes étant d'aider la prise de décision dans le domaine de la préservation de l'environnement à tous les niveaux: local, national, régional et international.

Partant de ces principes, et depuis sa création en 1992, l'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS) a été le précurseur en la matière. Il a accordé à la surveillance écologique à long terme une importance particulière et a appuyé un certain nombre de ses pays membres dans la mise en place de systèmes de surveillance environnementale, de suivi-évaluation des programmes de développement et d'alerte précoce prenant en compte les directives émanant des trois conventions environnementales internationales, permettant ainsi de donner une vision plus large et plus globale des problèmes environnementaux à différents niveaux de décision. Devenu le partenaire clé de l'UNCCD dans le domaine de la Gouvernance Environnementale dans sa zone d'action, le circum-Sahara. L'OSS a développé dans cette région, une stratégie prévisionnelle basée sur la surveillance environnementale à long terme des écosystèmes, stratégie qui permettra de mieux apprécier leur vulnérabilité, de prévoir les risques climatiques et leurs impacts sur les éléments des systèmes écologiques.

La multiplicité des facteurs écologiques et socio économiques et leurs actions synergiques sur les écosystèmes rendent difficiles la définition des indicateurs d'impact et de pression et le défi à relever pour les équipes scientifiques de l'OSS est de pouvoir les mesurer, les valider et les mettre à la disposition des acteurs du développement comme outils nécessaires à la mise en place des actions préventives et curatives et à l'élaboration des méthodes de gestion durable des ressources naturelles dans ces régions.

2- SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE

La surveillance à long terme des écosystèmes est un outil nécessaire à une meilleure connaissance de la vulnérabilité des écosystèmes arides et des processus de désertification. Le mécanisme de suivi de la désertification est basé sur des approches scientifiques qui visent, à travers la surveillance écologique à long terme, à améliorer les connaissances relatives aux changements des systèmes écologiques.

L'OSS a initié en 1992, en Afrique du Nord et dans les pays du Sahel, le programme ROSELT/OSS (Réseau d'Observatoires de Surveillance écologique à Long Terme). Ce programme a réussi à mettre en place des équipes de recherche pluridisciplinaires, dont l'objectif était de capitaliser, à travers des systèmes d'information, des données spatio-temporelles sur les problématiques des régions sèches, de démontrer les impacts des changements agro-écologiques et socio-économiques sur la désertification et de proposer des méthodes et des techniques en matière de réhabilitation du milieu et de gestion rationnelle des ressources naturelles. Le principe essentiel de ce programme repose sur le fait que le fonctionnement des systèmes écologiques détermine un niveau de production des ressources et le fonctionnement des sociétés détermine des usages et des pratiques.

Comprendre les différents phénomènes et les mécanismes responsables des changements écologiques et de la désertification, permettra de constituer des bases de données fiables et pertinentes sur les différents compartiments des systèmes, biotiques et abiotiques. Le traitement et l'analyse de ces données auront pour finalité de faire ressortir les indicateurs biophysiques et socioéconomiques, expression des différentes contraintes et perturbations impliquées dans le déclenchement du processus de la dégradation, d'évaluer leurs impacts, de les tester, de les valider et de les proposer comme outils aux décideurs chargés de la lutte contre la désertification et du développement durable. Les observatoires devraient être le soutien scientifique et technique nécessaire à la conception et à l'élaboration de méthodes d'actions de préservation des écosystèmes.

Ces dispositifs à l'échelle nationale sous régionale et régionale ont permis à l'OSS de capitaliser une importante expérience en matière d'études techniques et scientifiques concernant :

- la prévision à long terme de l'évolution des ressources biologiques à travers le suivi de différents paramètres écologiques : recouvrement spatial de la végétation, phénologie, biodiversité, biomasse, état de la surface du sol (ensablement, déflation, salinisation) et ce, en fonction

des variations des éléments climatiques, des usages et des activités des populations locales,

- l'information spatiotemporelle basée sur l'analyse des données satellitaires permettant de connaître l'état de l'écosystème et d'évaluer l'importance des risques majeurs,
- la standardisation des approches, permettant le passage d'échelle (up scaling) pour l'élaboration de produits pertinents pour les niveaux sous régional et régional à partir des données collectées au niveau des observatoires nationaux,
- l'élaboration d'indicateurs environnementaux pour éclairer les décisions politiques dans le cadre de la gouvernance environnementale, de la gestion durable des terres et des ressources en eau ainsi que de la mise en place de schémas directeurs d'aménagement du territoire.

Plateforme interdisciplinaire, ROSELT/OSS a permis aux chercheurs travaillant sur des mêmes thématiques et à différentes échelles, de se rencontrer grâce aux différents ateliers thématiques organisés par l'OSS, et de partager leurs expériences sur l'inventaire, le suivi et l'évaluation des changements à long terme dans les écosystèmes arides.

Une méthodologie standardisée a été développée pour la collecte des données sur les différents éléments des écosystèmes étudiés. Des documents méthodologiques de base ont été élaborés et édités pour servir de guide et de référence pour toutes les phases de la mise en place du réseau d'observatoires.

L'expérience de ROSELT/OSS est un acquis permettant aux équipes, qui ont développé une dynamique de réseau, de diffuser les résultats et acquis du réseau par la publication de divers produits scientifiques et techniques (Séries CT et DS et articles) et par l'élaboration de synthèses régionales et sous régionales (écologie et socio-économie), d'intégrer leurs résultats dans ces dispositifs nationaux de surveillance locale et d'observation spatiale et de faire valoir une expertise particulière en matière de surveillance environnementale à long terme.

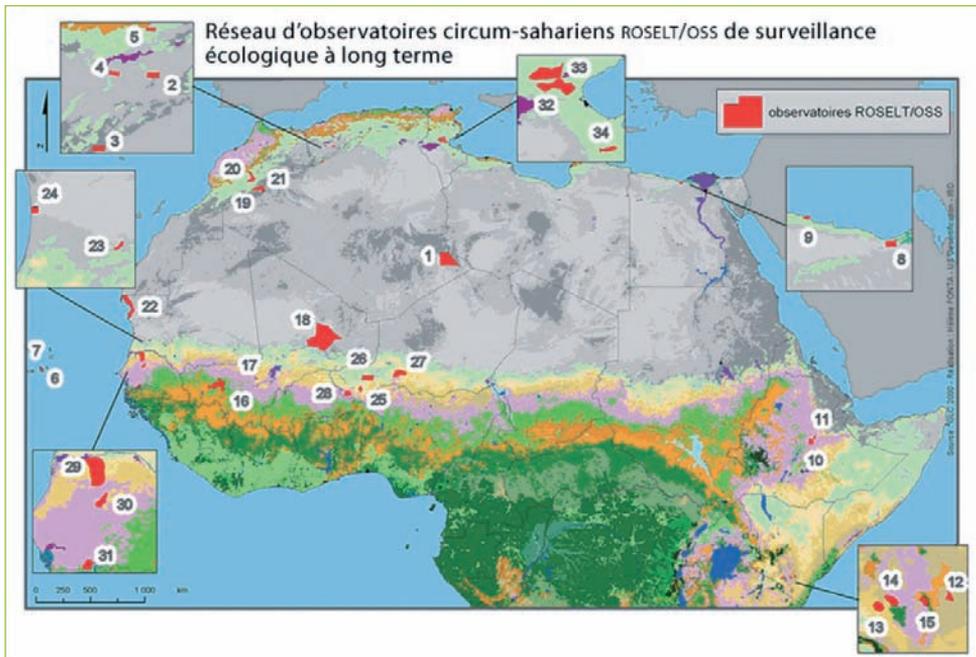
Tous ces éléments ont permis à l'OSS de mettre en place, au niveau de sa zone d'action, de nouveaux observatoires renforçant les observatoires ROSELT/OSS existants, sous forme de Dispositifs Nationaux de Surveillance Environnementale (DNSE), conçus comme fournisseurs de données aux gestionnaires des ressources naturelles. Il s'agit d'adapter, dans ces nouveaux observatoires, les méthodes et les outils développés dans le cadre de ROSELT/OSS pour le renforcement de la surveillance environnementale à un niveau national.

Les dispositifs nationaux de surveillance environnementale représentent une approche de grande envergure qui mobilise la communauté scientifique et les institutions nationales. En effet, l'appui institutionnel garantirait la pérennité des moyens et des activités, la circulation, la diffusion et l'utilisation des données dans un cadre réglementé. Les DNSE sont représentés par des observatoires légers mis en place dans les différentes zones éco-géographiques de chacun des pays. L'objectif est de mettre en place des systèmes de surveillance environnementale pérennes, parfaitement intégrés (aux plans technique et institutionnel) dans les systèmes nationaux d'information. Ces dispositifs sont un atout pour la collecte d'informations et serviront aux décideurs pour le suivi-évaluation des programmes d'action nationaux de lutte contre la désertification (PAN/LCD). Les DNSE constituent un cadre idéal pour démontrer la synergie des conventions environnementales de Rio.

3- CARACTERISTIQUES BIOPHYSIQUES DES OBSERVATOIRES

Les observatoires qui ont été activés ces dernières années sont les observatoires ROSELT/OSS qui ont été labellisés et qui sont fonctionnels depuis 2003. D'autres observatoires ont été créés dans le cadre du renforcement de ROSELT/OSS ainsi que de la mise en place du Dispositif National de Surveillance Environnementale (DNSE) (figure 1) et dont les états de référence ont été réalisés. L'ensemble de ces observatoires sont représentés dans les tableaux 1 et 2.

Figure 1 - Localisation des observatoires ayant fonctionné en 2011



3.1- Les observatoires de l'Afrique du Nord

Située entre les latitudes 15° et 37° Nord et entre les longitudes 37° Est et 17° Ouest, la sous-région Afrique du Nord couvre une superficie d'environ 7 millions de km². Elle comprend six pays qui sont, d'Ouest en Est, la Mauritanie, le Maroc, l'Algérie, la Tunisie, la Libye et l'Égypte.

La répartition de la population, plus de 160 millions d'habitants, dépend des atouts économiques des différentes zones écologiques, et plus de 75% de la population est concentrée sur moins de 20% du territoire, à savoir les zones littorales dans lesquelles 90% des activités économiques sont développées. Les

déserts, les zones arides, semi-arides et subhumides sèches constituent plus de 90% de la superficie de la sous-région et sont soumis à une dégradation des terres si importante qu'elle est devenue un défi environnemental crucial en Afrique du Nord. En effet, près de la moitié de la superficie de cette sous-région est menacée par la désertification et en conséquence par la perte des ressources vitales des populations.

Les six observatoires d'Afrique du Nord sont pour la plupart localisés dans les régions arides. Ils représentent les trois grands ensembles géographiques de la zone aride :

- les plaines steppiques : les Hautes Plaines en Algérie (observatoire du Sud-oranais) et les Basses Plaines méridionales en Tunisie (observatoires de Haddej-Bou-Hedma et de Menzel Habib),
- les piémonts des chaînes atlasiques : les observatoires d'Oued Mird et d'Issougui au Maroc,
- les milieux arides littoraux : l'observatoire d'El Omayed en Egypte.

Les thématiques communes développées dans ces observatoires concernent la perte des ressources naturelles et du potentiel biologique des agro-systèmes en relation avec une action anthropique non contrôlée qui ne cesse de s'accroître pour satisfaire les besoins d'une population en constante croissance.

Dans cette synthèse nous ne traiterons que des observatoires de Tunisie et d'Algérie qui ont fourni des résultats d'observation durant l'année 2011 (tableau 1).

3.1.1- Les observatoires de la Tunisie

L'observatoire de Menzel Habib est situé dans le gouvernorat de Gabès. C'est un observatoire ROSELT/OSS depuis 2003, qui a fait l'objet de nombreuses études écologiques et socioéconomiques durant les trois dernières décennies, ce qui a permis d'avoir un suivi de la dynamique des différents écosystèmes (Le Houerou, 1969 ; Floret et Pontanier, 1982 ; Escadafal et Megier, 1998 ; Tebib, 1998 et Jauffret, 2001).

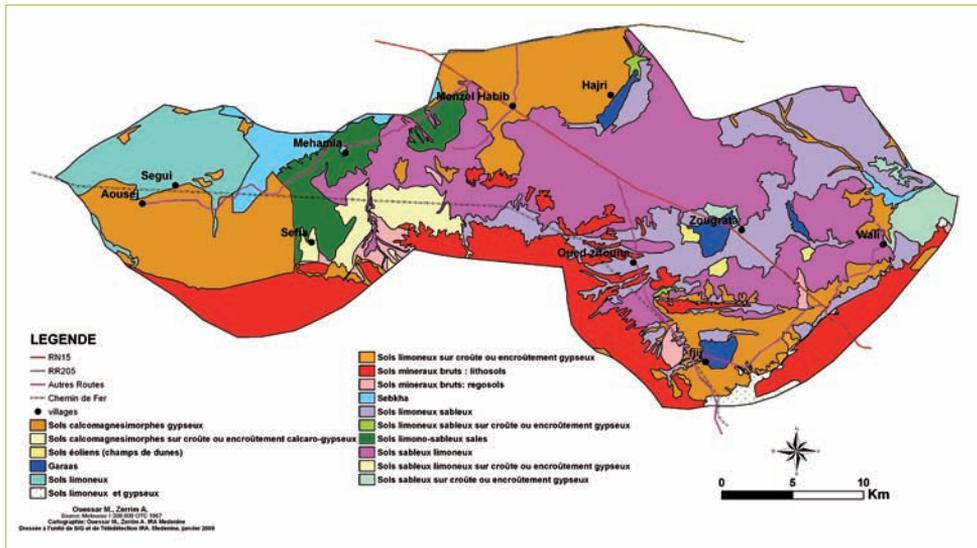
Le bioclimat correspond à l'étage méditerranéen aride inférieur à hiver doux, la pluviosité annuelle moyenne est de 150 mm à 170 mm, avec un coefficient de variation de 48%.

L'observatoire repose sur des glacis parsemés de dépressions «garaas» ou sebka à fond fortement salé et quelques versants de faible altitude (250 à 520 m). La carte des ressources en sol de surface fait ressortir une mosaïque de sols, 16 classes de types de sol ; les sierozems sablo-limoneux à couverture sableuse plus ou moins érodée étant les plus représentés, ils couvrent 24 296 ha (figure 2).

Le réseau hydrographique endoréique est composé d'oueds (cours d'eau intermittents) se déversant dans les dépressions.

La steppe à *Rhantérium suaveolens* est la formation végétale la plus représentée. La thématique essentielle développée dans cet observatoire est le suivi du processus de désertification lié aux actions anthropiques.

Figure 2 - Ressources en sol de la zone de Menzel Habib (Ouled Belgacem et al. (2006))



• **L'observatoire de Sidi El Berrak** est situé dans le gouvernorat de Béja et constitue une bande de transition entre les deux régions naturelles de la Kroumirie et des Mogods.

L'observatoire est situé dans l'étage bioclimatique humide avec une précipitation moyenne annuelle qui dépasse 800 mm. Il représente un écosystème dégradé à chêne liège.

La subéraie subit un important dépérissement dû à la présence de phytophages, dépérissement qui fait l'objet de nombreuses études (Ben Jemaa et al, 2006 ; Nouri, 2009). La reconstitution des forêts dégradées se fait par un reboisement et les essences utilisées sont le pin pignon, le pin maritime, les acacias et l'eucalyptus.

L'observatoire est constitué par deux grandes unités géomorphologiques : les dunes faisant partie du complexe dunaire de Tabarka-Nefza et les reliefs dont le point culminant est à 471 m, à Djebel Sidi Mhamed.

Différents types de sols caractérisent l'observatoire, dont les sols bruns lessivés à humus sous les chênaies et les sols hydromorphes à texture fine localisés au niveau des dépressions.

Les ressources hydriques sont importantes et ceci grâce à un réseau hydrographique constitué par des oueds à écoulement pérenne qui ont permis la construction du barrage Sidi El Barrak depuis 1999, limitant ainsi les surfaces agricoles cultivables.

Le suivi de l'état des ressources naturelles et la reconstitution des écosystèmes dégradés ont été à la base du choix de cet observatoire.

• **L'observatoire de Oueslatia** représente un bassin versant localisé dans le centre de la Tunisie, dans le gouvernorat de Kairouan. L'exutoire du bassin versant est situé sur l'Oued Maarouf.

Du point de vue morphologique, le site de l'observatoire comporte le barrage collinaire d'El Baldia et quatre lacs collinaires : El Gouazine, Dékékira, Bou Azroug 1 et Bou Azroug 2.

L'étude climatique de la région fait ressortir que l'observatoire de Oueslatia se situe dans les étages bioclimatiques semi-aride inférieur, moyen et supérieur tempérés avec une pluviosité moyenne annuelle variant de 300 à 600 mm.

La carte des classes de sols montre que les sols de l'observatoire sont constitués :

- des rendzines, sous les forêts et les oliviers et dans les parcours,
- des sols bruns calcaires,
- des sols minéraux bruts (lithosols/régosols), au niveau des superficies forestières,
- des sols peu évolués d'apport: qui caractérisent l'exutoire du grand bassin versant, et l'exutoire du bassin versant d'El Baldia,
- des unités complexes de sols.

La majorité des sols du bassin versant présentent une texture fine à moyenne.

La conservation des eaux, du sol et des ressources naturelles sont les thématiques qui font l'objet de suivi dans cet observatoire.

Tableau 1 - Caractéristiques biophysiques des observatoires de l'Afrique du Nord

Pays	Observatoires	Superficie de l'observatoire (Ha)	Bioclimats	Ecosystèmes dominants	Usages dominants
Tunisie	Menzel Habib (Zone d'étude de Zougata)	190 000	Aride inférieur à hiver doux	Agrosystèmes	Pastoralisme
	Haddej –Bou Hedma*		Aride inférieur	Agrosystèmes	Pastoralisme
	Oueslatia	7370	Semi aride inférieur à supérieur	Bassin versant	Conservation des eaux et des sols
	Sidi El Barrak	5226	Humide inférieur à hiver doux.	Forêt de chêne liège	Parcours forestier
Algérie	Hautes plaines Steppiques du Sud oranais, 3 sites : El Biodh Rogassa Bordj El May	1 548 000	Méditerranéen du semi-aride inférieur au per-aride	Steppes Agrosystèmes	Pastoralisme Céréaliculture

*Pas d'observations actuelles dans cet observatoire.

3.1.2- Les observatoires de l'Algérie

- **L'observatoire des Hautes Plaines** Steppiques du Sud oranais couvre une superficie de 1 548 000 ha, vaste territoire steppique qui connaît une importante croissance démographique et une dégradation importante allant jusqu'à la désertification de certaines zones. C'est un observatoire qui dispose d'importantes études qui y ont été réalisées continuellement depuis les années 70, jusqu'à nos jours (CRBT, 1978 ; Hirche, 2010, Slimani, 2012).

Dans le cadre du projet ROSELT/OSS, 3 sites d'observation sont en activité :

El Biodh occupe une superficie de 1 079 000 ha, de géomorphologie variée : glacis, reliefs, dépressions et accumulations sableuses. Le bioclimat est généralement aride supérieur et moyen à hiver frais et semi-aride inférieur à hiver froid au niveau de la région montagneuse (Djebel Antar). Les formations végétales sont de trois types : les formations forestières et pré forestières et les formations steppiques, les plus représentatives, qui sont formées principalement par les steppes à sparte.

Cet observatoire a pour thématique essentielle le suivi de la désertification due à un surpâturage extensif.

Rogassa est situé à une trentaine de km au Nord de la ville d'El Bayadh. Le climat est aride supérieur à hiver froid avec une moyenne annuelle de pluie de

250 mm/an. L'ensemble du plateau de Rogassa représentait un glacis à alfa pur. La belle nappe alfatière de ce site a pratiquement disparu, ce qui constitue une problématique de recherche importante et de nombreuses thèses s'y sont attelées.

Cet observatoire a pour thématique le suivi de la désertification et de l'ensablement.

Bordj El May, steppe à armoise blanche, occupe une superficie de 773 000 hectares et présente un climat de type méditerranéen aride supérieur à hiver frais à froid avec une moyenne annuelle de pluie de 202 mm/an. Les sols sont essentiellement calcaires à complexe absorbant saturé. Les glacis à sparte, parsemés de petites daias dominent toute la zone. Le Chott-Ech-Chergui limite la partie méridionale de la zone.

La thématique de l'agropastoralisme est celle qui est abordée dans ce site.

3.2- Les Observatoires de l'Afrique de l'Ouest

Les observatoires de l'Afrique de l'Ouest (tableau 2) représentent la zone biogéographique du Sahel délimitée par les isohyètes moyens annuels de 100 à 600 mm. Cette zone sahéenne est caractérisée par un régime de pluies monomodal avec des variations pluviométriques interannuelles importantes, en latitude, donnant lieu à une succession de bioclimats : soudano guinéen, sahélo soudanien, sahélo saharien et saharien. Ces conditions bioclimatiques diversifiées contribuent à une très grande diversité d'écosystèmes dans cette sous-région. A chaque type de bioclimat est rattachée une formation végétale.

Dans les zones les plus humides, on rencontre les formations arborées et arbustives, ce sont les forêts claires, la savane arborée et la savane arbustive.

La brousse tigrée est la végétation typique de la transition soudano-sahéenne. Elle disparaît au nord du 15^e parallèle, cédant la place à la steppe aride et au Sud du 13^e parallèle lorsque la végétation devient homogène. Entre ces deux situations, la brousse tigrée prend des allures diverses : typique entre 13° et 13.5°, persillée à 13° et mouchetée, ponctuée ou en rosaces, plus au Sud (Ambouta, 1997).

Dans les zones les plus sèches, ce sont des formations steppiques qui dominent avec un important cortège d'espèces annuelles, essentiellement des Poacées. Les principaux types physiologiques sont : les steppes boisées, arborées et arbustives, les steppes buissonnantes et les steppes succulentes.

La flore est relativement pauvre en diversité spécifique (moins de 1500 espèces).

L'usage des terres est essentiellement agro-pastoral. L'élevage étant l'activité principale. Les activités agricoles comportent des systèmes de cultures pluviales et de cultures irriguées en bordure des cours d'eau.

3.2.1- Les Observatoires du Sénégal

• **L'observatoire du Ferlo** est un dispositif de surveillance composé de 3 stations écologiques : Linguère (communauté agropastorale), la zone de Widou (principalement pastorale) et Souilène. Ces stations font l'objet, depuis une quinzaine d'années, d'un suivi régulier à travers des mesures sur le terrain de biomasse herbacée et foliaire des arbres et un suivi satellitaire.

Sur le plan bioclimatique, cet observatoire localisé entre les isohyètes 100 et 500 mm, appartient au domaine soudano-sahélien, le plus aride et le plus chaud du Sénégal. Le régime pluviométrique permet de distinguer une partie septentrionale (Nord sahélien) comprise entre 100 et 300 mm et une partie méridionale (Sud sahélien) comprise entre 100 et 500 mm. La pluviosité moyenne annuelle oscille entre 330 à 490 mm/an et les températures entre 24°C (en janvier) et 32 à 35°C (en juin). Pour la période 1934-2005, la moyenne pour la station de Linguère est de 440 ± 50 mm, avec un coefficient de variation de 32%.

Trois types de sols sont identifiés dans l'observatoire du Ferlo :

- les sols ferrugineux tropicaux et leur association avec les intergrades brun rouge, peu lessivés (dunes aplanies) ou lessivés (plateaux anciens et buttes),
- les sols hydromorphes, de la vallée fossile du Ferlo de texture variable, limono- sableuse à limono argileuse en profondeur,
- les régosols et lithosols sur cuirasse.

Les formations végétales naturelles, dégradées par les sécheresses, les feux de brousse et la surexploitation, sont représentées par des espèces caractéristiques comme *Acacia tortilis*, *Combretum glutinosum*, *Sclerocarya birrea*, *Guiera senegalensis*, *Pterocarpus lucens* et *Balanites aegyptiaca*.

Les zones agricoles pluviales occupent 4% de la superficie et le domaine pastoral 96%. Les ethnies dominantes sont celles des wolofs (74%) et des peulhs (26%). Les principales activités économiques sont l'agriculture (63%) puis l'élevage (21%), le commerce et l'artisanat (8%).

Tableau 2 - caractéristiques des observatoires de l'Afrique de l'Ouest

Pays	Observatoires	Superficie (Ha)	Bioclimats	Ecosystèmes dominants	Usages dominants
Sénégal	Ferlo : 3 sites: Souilène, Widou, Linguère	2 600 000	Tropical Soudano-Sahélien	Savane claire agrosystèmes	Cultures pluviales systèmes pastoraux
	Darou Khoudoss	54 800	Sahélo-soudanien	Savane arborée Steppe arbustive agrosystèmes	Sylvo pastorale Pêche artisanale
Niger	Torodi Tondikandia	69 800	Tropical Soudano-Sahélien	savane claire Brousse tigrée, jachères agrosystèmes	Agriculture pluviale systèmes pastoraux
	Diffa Maïné Soroa Goudoumaria	1 400 000	Sahélien au Sud saharo-sahélien au Nord.	Forêts dégradées Steppes arborées	Agro-sylvo pastoralisme
	Zinder 4 stations	-	Sahélien au Sud et aride au Nord	Terres de parcours	Agropastoralisme
	Azawak	-	Saharien au Nord Sahélien. au Sud	Steppes arborées Steppes arbustives	Pastoralisme nomade et Sédentaire
Mali	Bourem : Zone test de Bamba	50 000	Tropical Sahélo-saharien	savane très claire et agrosystèmes	Systèmes pastoraux, cultures de décrue, pêche
	Delta Central du Niger	-	Sahélien Sud, Soudanien Nord	Zones inondées Steppes, Savanes	Agropastoralisme Pêche, Tourisme
	Baoulé	2 500 000	Soudanien Sud Soudanien Nord	Réserve de biosphère MAB	Conservation de la biodiversité Ecotourisme, Pêche
	Sikasso	-	Soudanien Sud Soudano guinéen	Forêts claires Savanes Prairies hygrophiles	Agriculture pluviale pastoralime Sylviculture
Burkina Faso	La Mare aux Hippopotames	122.447	Soudanien Sud Soudano guinéen	Forêts claires Savanes Végétation hygrophiles	Agropastoralisme, Pêche, Tourisme
	La Mare d'Oursi	45 000	Sahélien	Réserve sylvopastorale Site Ramsar	Cultures et pâturages

L'observatoire de Darou Khoudoss est un nouvel observatoire faisant partie du Dispositif National de Suivi Environnemental du Sénégal. Il se situe dans la zone sylvo-pastorale de la commune de Darou Khoudoss et couvre une superficie de 548 km² avec une façade maritime de 65 km. La population est estimée à près de 63 000 habitants, soit une densité de près de 100 habitants au km². L'état de référence de cet observatoire a été réalisé en 2011.

Le climat est de type sahélo-soudanien. La pluviométrie moyenne annuelle est comprise entre 300 et 500 mm. Les températures varient de 22°C en période froide à 37°C en saison sèche avec l'arrivée de l'Harmattan, vent chaud et sec.

Les sols de l'observatoire sont de trois types :

- les sols dunaires et salés, «Niayes», qui longent la façade maritime (10% des sols),
- les sols «Deck et Deck Dior», argileux (20% des terres) destinés à l'agriculture,
- les sols «Dior», sableux (70% des sols), réservés aux cultures d'arachide et de mil.

Les formations végétales identifiées à partir de la carte d'occupation des sols sont : la savane arbustive à arborée, le parc arboré, la steppe arbustive à arborée, les formations relictuelles des vallées et dépressions et les zones de culture.

La population est majoritairement composée d'agriculteurs, (près de 70%), avec une importante activité maraîchère du fait de l'existence de 23 cuvettes exploitées. L'élevage occupe 15% de la population. Il est essentiellement pratiqué par les Peulhs et favorisé par l'existence de sous-produits agricoles issus du maraîchage pour l'alimentation du bétail. La pêche artisanale est exercée par 10% de la population.

3.2.2- Les observatoires du Niger

Au Niger, l'observatoire est constitué d'une grappe de trois observatoires : Torodi-Dantiandou-Tondikandia. Il se localise en zone de transition sahélienne sur une alternance de plateaux latéritiques cuirassés et de bas-fonds.

Le climat local est généralement tropical de type soudano-sahélien avec des précipitations annuelles moyennes estimées à 477 mm. L'observatoire de Torodi est situé dans la zone la plus humide (P= 650 mm), celui de Dantiandou proche de Niamey a une pluviosité moyenne annuelle de 564 mm par an. L'observatoire de Tondikandia a une pluviosité plus faible (410 mm par an).

Les sols sont de texture à dominante sableuse. Les pentes adjacentes aux plateaux sont recouvertes d'accumulations sableuses (jupes sableuses) qui sont le domaine des cultures pluviales et des jachères. Les bas-fonds plus humides peuvent comporter des cultures irriguées.

La végétation caractéristique des plateaux est la brousse tigrée. En fonction de la pluviométrie et du type de sol, on rencontre :

- à l'isohyète 350 mm, la steppe arborée comportant de nombreux épineux et acacia, des palmiers et des euphorbes (zone sédentaire),
- entre 200 et 350 mm, la steppe arbustive à graminées annuelles (zone nomade),
- entre 100 et 200 mm, la steppe à graminées vivaces (zone nomade),
- inférieure à 100 mm, la végétation est contractée et rare.

Dans l'observatoire de **Torodi**, le Nord du canton est agro-pastoral (Unité de Kobadié) alors que le Sud est sylvo-agricole (Unité de Torodi) avec une forte exploitation des ligneux utilisés comme combustible.

A **Dantiandou**, les agropasteurs pratiquent des cultures pluviales. L'élevage est de plus en plus sédentaire ou localement transhumant.

A **Tondikandia**, à l'exploitation sylvo-pastorale (sur les plateaux) et agro-sylvo-pastorale (dans les bas-fonds), s'ajoute comme usage des terres, l'extraction du natron, roche évaporitique. C'est par ailleurs un territoire de passage des grandes transhumances.

Depuis 2007, le Niger s'est doté d'un Centre National de Surveillance Ecologique et Environnementale (CNSEE) et, sous l'impulsion de l'OSS et avec l'appui de la coopération suisse, ROSELT/OSS/Niger a été renforcé par un véritable Dispositif National de Surveillance Environnementale. Le DNSE constitue l'outil de référence destiné à détecter les changements environnementaux. Instrument de veille écologique et socioéconomique, il collabore avec plusieurs institutions nationales et internationales à travers le Comité de pilotage et le Comité scientifique et technique mis en place pour appuyer la Coordination nationale de ce dispositif.

- **L'Observatoire de Diffa** couvre une superficie de 1 400 000 ha (11% du territoire nigérien). Il est localisé dans le bassin du Lac Tchad à l'extrême Est du pays. Il dispose de 3 communes d'observation : Diffa, Maïne Seroa et Goudoumaria qui disposent chacune de plusieurs stations de suivi écologique.

L'observatoire est constitué des systèmes dunaires du Tal, du Manga et du Kadzel, les cuvettes oasiennes du Manga, les vallées de la Komadougou et du Lac Tchad, la vallée de la Dillia et les escarpements rocheux du Nord de la zone d'Agagde.

Les sols sont de 5 types :

- sableux d'apport éolien peu évolués au Nord,
- sols sableux bruns isohumiques,

- sols brun rouge subaride à faciès sableux tendance hydromorphe ou à croûtes salines ou à faciès à alcalis,
- sols hydromorphes vertisols, à faciès à croûtes salines,
- sols lithiques sur affleurements rocheux (Agadem).

Le climat est de type sahélien dans la partie Sud et saharo-sahélien au Nord. La pluviométrie annuelle varie du Sud vers le Nord de 400 mm à 20 mm. La température moyenne annuelle est de 27°C, le gradient thermique entre le jour et la nuit est de 30°C.

La végétation dans la région de Diffa est essentiellement forestière, 21 forêts classées dont la plupart est dégradée. Il s'agit principalement de gomméraires, de steppes à *Acacia tortilis* et *Balanites aegytiaca*.

La population est essentiellement pastorale pratiquant nomadisme et transhumance sur les pâturages à *Acacia raddiana* (52%) et agropastorale (45,5%).

• **L'Observatoire de Zinder** est constitué d'une grappe de 4 stations d'observation : Gasafa Apké, Soubdou-Karguéri, Kilakina-Boulbouldji et Tchago-Woro-Balla. Ces stations constituent le dispositif de suivi de l'ensablement de l'observatoire dont l'altitude varie de 800 m. au niveau du massif du Termit à 300 m. vers les zones dunaires de Mounio.

Le bioclimat est de type sahélien au Sud de l'observatoire avec une pluviosité moyenne de 200 et 400 mm par an et aride au Nord et la pluviosité moyenne annuelle est le plus souvent inférieure à 100 mm.

Sept types de sols sont représentés dans cet observatoire :

- les sols sableux peu évolués d'apports éoliens au Nord Est de l'observatoire,
- les sols lithiques sur affleurement rocheux avec cuirasses ferrugineuses,
- les sols bruns isohumiques associés à des lithosols (Nord Tanout),
- les sols brun rouge subarides sur glacis et sableux sur les dunes (partie Nord médiane de la zone),
- les sols ferrugineux tropicaux non ou peu lessivés à faciès sableux parfois en association à des lithosols divers (Centre-Ouest de Zinder),
- les sols hydromorphes, vertisols (Koroma, cuvette et bas-fond, Damergou),
- les sols ferrugineux tropicaux lessivés à faciès sableux ou limoneux (Sud de l'observatoire).

L'Observatoire de Zinder est orienté sur la dynamique des systèmes de production intégrant la problématique de la migration des populations et la mobilité des systèmes pastoraux. La végétation naturelle est représentée par une steppe

arbustive à *Leptadenia pyrotechnica* et *Calotropis procera* et *Acacia* spp et des zones de parcours à formation herbeuse pure à *Leptadenia pyrotechnica*.

La population de cet observatoire est composée essentiellement d'agropasteurs (83,9% de la population), 8,8% sont uniquement éleveurs et 7,3% sont agriculteurs.

La région de l'observatoire d'Azawak est localisée dans le grand bassin de l'Iullemeden datant du permien et s'étend de l'Aïr au Fleuve Niger. Le réseau hydrographique a creusé des vallées dans les plateaux.

Le climat varie, du Nord au Sud, du type saharien au type Sud sahélien. On distingue la zone Sud sahélienne (Konni Madaoua) avec une pluviométrie variant entre 425 et 750 mm/an, la zone nord sahélienne (Tahaoua, Keita, Bouza) avec des précipitations comprises entre 200 et 425 mm/an et la zone saharienne (Abalak et Tchintabaraden) avec une pluviométrie inférieure à 200 mm/an. Les températures maximales avoisinant 47°C et les minimales 15°C.

Les ressources en eaux de surface sont assez réduites et fortement exploitées contrairement aux ressources en eaux souterraines, énormes et très peu exploitées.

La végétation est constituée principalement de steppes à *Acacia raddiana*. La zone est connue pour la mare de Tabalak structurant une zone humide d'importance internationale. On distingue la steppe arborée à acacia, la steppe arbustive à graminées annuelles, la steppe à graminées vivaces (zone nomade) et dans la zone la plus aride avec une pluviométrie inférieure à 100 mm, une végétation contractée et rare.

Les problématiques majeures qui sont développées dans cet observatoire sont la dégradation des parcours pastoraux, l'avancée du front agricole aux dépens des aires pastorales et l'ensablement.

3.2.3- Les observatoires du Mali

- **L'observatoire de Bourem**, d'une superficie de 50 000 ha, se situe dans le cercle de Bourem à l'entrée du Sahara. Administrativement, il relève de la région de Gao et couvre une zone qui se répartit de part et d'autre du fleuve Niger.

Le bioclimat de la zone est de type sahélo-saharien avec une pluviométrie moyenne de 150 mm par an. La température moyenne à Gao est de 30°C.

Le territoire de l'observatoire comporte le Bas Plateau formé par un substrat gréseux ou calcaire recouvert de cordons dunaires et les terrasses alluviales du Tilemsi et du fleuve Niger. La zone agro-écologique se compose de trois ensembles contrastés : les regs à l'Est, les ergs au Nord et à l'Ouest et les terres alluviales du fleuve Niger au Sud.

Les regs sont occupés par une végétation ligneuse à base de *Boscia senegalensis* et *Acacia ehrenbergiana* et par une strate herbacée à base d'*Aristida* sp. et *Schoenefeldia gracilis*.

Sur les ergs, on rencontre les *Acacia raddiana* et *Leptadenia pyrotechnica* comme ligneux et *Panicum turgidum* comme herbacée. Dans la vallée, se trouvent des peuplements fortement dégradés de *Hyphaene thebaïca*.

La population est divisée en sept groupes ethniques nomades dont les Songhaï, les Armas, les Peulhs, les Arabes et les Touaregs. La principale activité socio-économique dans la zone demeure l'élevage.

La principale mission de cet observatoire est de mieux cerner les phénomènes de la désertification et de l'ensablement afin de déterminer leurs principales causes et effets sur les ressources naturelles et les populations.

• **L'observatoire de Baoulé** fait partie de la Réserve de la Biosphère (Man & Biosphere) de l'UNESCO depuis 1982 et couvre une superficie de 2 500 000 ha dont 533 ha de réserve intégrale. Il est le seul parc national de conservation de la faune au Mali. La Réserve est constituée d'une multitude de mares et de réseaux de cours d'eau qui constitue une Boucle dans le bassin du fleuve Sénégal au Mali.

Sur le plan bioclimatique, l'observatoire est localisé entre le bioclimat soudanien Sud, caractérisé par une pluviométrie moyenne annuelle comprise entre 1100 mm et 750 mm et le bioclimat soudanien Nord qui se caractérise par une pluviométrie moyenne annuelle allant de 750 mm à 550 mm. La température moyenne est de 27,9°C.

4 types de sols ont été identifiés :

- les dunes aplanies,
- les plaines limoneuses,
- les terrains cuirassés,
- les terrains rocheux.

Les principales formations végétales sont : les forêts claires, les savanes arborées et arbustives, les galeries forestières et les prairies hygrophiles. On trouve également les savanes, les parcs et les jachères, caractéristiques des milieux artificialisés.

Dans l'observatoire du Baoulé, les principales activités économiques sont l'agriculture et l'élevage. La réserve de biosphère offre des opportunités économiques à travers la chasse, l'écotourisme et la pêche. Cependant, la population riveraine a connu un accroissement qui a entraîné une extension des terroirs agricoles et des troupeaux pour répondre à ses besoins vitaux, ce qui provoque une forte pression anthropique sur l'écosystème.

La surveillance environnementale entre dans le cadre des activités scientifiques de l'UNESCO MAB et de ce fait de l'observatoire qui en fait sa mission essentielle.

• **La Région de Sikasso** a de grandes potentialités agro-sylvo-pastorales. L'observatoire couvre deux étages bioclimatiques : le soudanien Sud et le soudano guinéen Nord. De ce fait, il constitue la zone la plus arrosée du Mali et de tous les observatoires OSS avec une pluviométrie moyenne annuelle qui varie entre 1000 et 1500 mm.

Dans la région de Sikasso, 7 groupes de sols ont été identifiés :

- les sols limoneux fins,
- les sols limono-sableux,
- les sols sur cuirasses latéritiques,
- les sols hydromorphes faiblement inondés ou non inondés,
- les sols des terrains inondés,
- les sols des terrains rocheux,
- les terrains spéciaux.

Toutes les formations savanicoles se retrouvent dans cet observatoire : les forêts claires, les savanes arborées et arbustives, les galeries forestières et les prairies hygrophiles, les savanes parcs et les jachères.

Dans l'observatoire de Sikasso, l'agriculture plutôt pluviale est la principale activité économique avec l'élevage et le commerce. L'artisanat et le tourisme contribuent également au développement socio-économique de l'observatoire.

• **L'observatoire du Delta Central du Niger** se situe dans la zone inondée de la région de Mopti, lui conférant le statut de zone humide. L'observatoire dispose de 2 sites d'observation, localisés dans les cercles de Téninkou et de Youwarou et est sujet à deux types de bioclimat : le sahélien Sud, caractérisé par une pluviométrie moyenne annuelle comprise entre 550 et 350 mm et le soudanien Nord, caractérisé par une pluviométrie moyenne annuelle comprise entre 750 et 550 mm.

L'observatoire du Delta Central du Niger couvre 2 zones agro-écologiques du Delta Central du Niger :

- la zone du Delta Vif, cuvette lacustre, est située dans l'étage bioclimatique soudanien Nord. Les sols inondés occupent 74% de la zone,
- la zone lacustre est située en zone sahélienne-Sud. Elle comporte beaucoup de lacs (ce qui lui a valu son nom) et de mares temporaires. Les sols sont sableux dunaires et les terres humides présentent de bonnes ressources fourragères,

On retrouve dans l'observatoire, les formations hygrophiles des zones inondées, les formations steppiques, les savanes arbustives ou arborées et les zones de cultures ou savanes parcs. Le potentiel fourrager est élevé.

Les populations locales vivent des ressources du delta : agriculture, élevage, pêche, cueillette, navigation et tourisme culturel.

3.2.4- Les observatoires du Burkina Faso

Dans le cadre de la mise en œuvre des conventions environnementales de Rio, le Burkina Faso, avec l'appui de l'OSS, a entrepris la mise en place du DNSE dans la perspective d'améliorer les connaissances sur l'environnement et les ressources naturelles et de fournir des données fiables et des indicateurs pertinents, outils nécessaires pour la prise de décision dans un objectif de développement durable. Deux observatoires ont été mis en place : la Mare aux Hippopotames et la Mare d'Oursi.

• **L'observatoire de la Réserve de la Biosphère de la Mare aux Hippopotames** est situé dans le domaine phytogéographique soudanien septentrional. Il est localisé dans la province du Houet, dans le département de Satiri, à une soixantaine de kilomètres au nord de la ville de Bobo-Dioulasso. Il couvre une superficie de 122 447 ha.

Deux zones bioclimatiques sont distinguées dans cet observatoire : la zone Sud soudanienne et la zone soudano-guinéenne. La pluviosité moyenne annuelle est de l'ordre de 1100 mm, les températures maximales sont de l'ordre de 36,2°C et les minimales de 18,4°C.

Quatre types de sols se distinguent au niveau de la zone de la réserve :

- des sols à sesquioxyde et matières organiques rapidement minéralisés très répandus;
- des sols peu évolués,
- des sols minéraux bruts,
- des sols hydromorphes.

Les formations végétales sont représentées par des forêts claires, des forêts galeries, des savanes boisées, arborées et arbustives, des formations sur cuirasse, les formations hydrophiles et les parcs agro-forestiers. La réserve dispose d'un bon potentiel fourrager.

La population intervient dans l'exploitation de la Réserve de la Biosphère de la Mare aux Hippopotames, elle vit essentiellement d'élevage, d'agriculture et de pêche, le tourisme apportant également des ressources appréciables.

• **L'Observatoire de la Mare d'Oursi** est situé à l'extrême Nord du Burkina Faso, en zone sahélienne. La région de la Mare, incluant le bassin versant,

couvre une superficie totale de 120 000 ha. La superficie de l'Observatoire est de 45 000 ha.

La Mare d'Oursi est inscrite comme site Ramsar depuis 1990 et est également classée Réserve de la Biosphère par l'Unesco.

La région présente des paysages très variés : le système dunaire, les talwegs, les dépressions, les reliefs, les buttes et les grand glacis.

Le bioclimat de la Mare d'Oursi est typiquement sahélien conditionné par les oscillations annuelles du front intertropical (FIT) qui représente la zone de contact entre l'air sec continental au Nord-Est et l'air humide de la mousson au Sud-Ouest. La pluviosité moyenne annuelle est de 340,2 mm. Les températures moyennes s'étalent entre 20° C en décembre et plus de 34°C en mai.

Les sols se répartissent essentiellement en 3 grands groupes :

- les sols peu évolués d'apport dans les plaines alluviales,
- les vertisols au niveau du lit majeur de la mare,
- les sols hydromorphes dans les fonds des lits mineurs des mares.

Les différentes formations végétales sont :

- les formations herbacée et arbustive, liées aux dunes et aux ensablements dont le recouvrement est assez élevé,
- les formations ligneuses liées aux cuirasses ferrugineuses des zones de parcours,
- les formations liées aux affleurements rocheux. Elles occupent la surface du bassin,
- les formations inondables liées aux zones humides, dans les lits des cours d'eau et aux abords des mares, et les formations ripicoles.

Les populations de la zone sont essentiellement des agro-pasteurs plus ou moins sédentaires quelquefois semi-nomades. Le mode d'utilisation des terres repose sur un consensus coutumier ancien de séparation entre zones de cultures et pâturages

3.3- Les Observatoires de l'Afrique de l'Est

Certains pays de l'Afrique de l'Est ont également entamé des programmes de suivi écologique à long terme, lors de la seconde phase de ROSELT/OSS lancée à Bamako (Mali) en 2000. Le Kenya a proposé deux observatoires : Kiboko-Kibwezi, représentant les parcours de la région Sud et Marsabit-Mt Kulal représentant les parcours du Nord. Seul l'observatoire Kiboko-Kibwezi a été labellisé avec deux principaux objectifs : le suivi des paramètres écologie et la compréhension des interactions société-écosystème.

3.3.1- L'observatoire du Kenya

L'observatoire Kiboko-Kibwezi est situé à 200 Km au Sud Ouest de Nairobi, couvre une superficie de 29 178 ha, à une altitude comprise entre 900 et 1000m et comporte deux sites : Kajiado où sont localisées 4 stations expérimentales et Makueni avec 5 stations.

Le site de Kajiado : la topographie de ce site est caractérisée par des plaines et des collines volcaniques et des vallées. L'altitude varie de 500 m autour de Magadi à 2500 m dans la région de Ngong.

La majeure partie de Kajiado se trouve dans l'étage bioclimatique semi aride. La pluviosité moyenne annuelle varie de 500 mm dans les plaines à 1250 mm en altitude avec un bioclimat subhumide. Les températures varient également en fonction de l'altitude.

Il existe 7 types de sols dans l'observatoire en relation avec le relief, le climat et la végétation. Ce sont des sols pauvres à pH acide et dont la profondeur n'excède pas un mètre.

Les formations végétales dépendent également de la topographie et du bioclimat, on trouve les forêts du subhumide en altitude et des savanes et agro-systèmes dans les zones semi arides. La végétation subit une action anthropique très importante et le couvert végétal n'excède pas 30%.

L'utilisation des terres concerne le pastoralisme, l'agriculture et la sylviculture ainsi que la gestion de la faune sauvage des parcs nationaux.

Le site de Kibwezi : la topographie du site varie des plaines basses aux montagnes, dont l'altitude varie de 600m à 1100 m.

Les paramètres climatiques varient en fonction de l'altitude. Cependant, le bioclimat est typiquement semi-aride, la pluviosité moyenne annuelle est de 600 mm et la température moyenne de 23°C. La distribution des précipitations est de type bimodal.

Les sols sont essentiellement ferrugineux, profonds mais pauvres en éléments minéraux, ce qui limite le développement de l'agriculture sur ce type de sol.

Les formations végétales sont dominées par les savanes arborées à acacia, et les terres de parcours soumises à une forte pression de pâturage.

4- DEMARCHE METHODOLOGIQUE

4.1- Approche de sélection des indicateurs environnementaux

La surveillance environnementale est un ensemble d'activités scientifiques d'observation et de suivi de l'état de l'environnement. Ces activités sont effectuées à des pas de temps réguliers et sur le long terme, à une échelle globale (niveau national ou régional) en ayant recours aux produits de la télédétection et à une échelle locale par l'observation in situ .

L'approche scientifique développée par les équipes ROSELT/OSS dans le cadre du suivi écologique à long terme comporte deux méthodes de suivi :

- synchronique à travers l'étude écologique de l'observatoire à un instant T.
- diachronique qui permet de signaler les tendances évolutives d'un observatoire sur la base d'un suivi dans le temps et de recherche d'indicateurs de changement.

Ces deux approches sont développées dans le document scientifique ROSELT/OSS, DS4, 2004.

Des indicateurs environnementaux ont été définis par l'OCDE en 1994. Ils ont pour objectifs principaux de réduire le nombre de mesures nécessaires pour décrire l'état d'un écosystème et d'être un outil simple pour les utilisateurs et les décideurs.

Le choix des indicateurs environnementaux à déterminer par les équipes ROSELT/OSS a été fait sur la base des débats scientifiques qui ont eu lieu lors des ateliers sous régionaux et régionaux : ateliers de juin 2006 à Tunis sur les méthodes de calcul des indicateurs et de septembre 2007 à Niamey sur les indicateurs communs.

Ces concertations ont permis aux équipes nationales ROSELT/OSS d'Afrique du Nord et d'Afrique de l'Ouest de choisir les indicateurs calculables dans les trois thématiques : flore, végétation et occupation des terres. Les principaux indicateurs retenus sont représentés dans le tableau 3, distribué à toutes les équipes du réseau avant la période de collecte de données.

Tableau 3 - Les indicateurs COT et biodiversité dans la surveillance environnementale

Indicateurs	Echelles	Méthodes
Carte de l'occupation des terres		
Recouvrement global de la végétation	Station/Observatoire	Relevé linéaire
Recouvrement des éléments de la surface du sol	Station/Observatoire	Relevé linéaire
Production espèces ligneuses	Station/Observatoire	Mesures dendrométriques
Production totale/KgMS/ha	Station/Observatoire	Méthode directe/station
Indirecte/observatoire		
Valeur pastorale/100	Station/Observatoire	Relevés linéaires/ Indices spécifiques
Production pastorale UF/ha/an	Station/observatoire	Méthode directe/station Indirecte/ observatoire

Etude de la Biodiversité

Composition floristique	Observatoire	Liste exhaustive des espèces
Diversité/richeesse spécifique	Observatoire	Comptage du nombre d'espèces
Cartes chronologiques	Observatoire	Distribution des espèces sur l'observatoire
Liste des biotopes	Observatoire	Délimitation des biotopes dans l'observatoire
Diversité alpha	Station/Observatoire	Calcul à partir des fréquences spécifiques, de l'abondance-dominance
Diversité bêta	Station /Observatoire	Calcul à partir des listes d'espèces
Diagramme rang-fréquence	Station	Elaboration à partir des fréquences spécifiques
Spectre biologique des espèces	Station /Observatoire	Données bibliographiques
Spectre phytogéographique	Station /Observatoire	Données bibliographiques

4.2 - Définition et méthodes de calcul des indicateurs

La méthodologie relative au calcul des indicateurs de l'occupation des terres et de la biodiversité a été détaillée dans le guide méthodologique ROSELT/OSS relatif au suivi de la végétation et de l'occupation des terres. Nous reprenons ici l'essentiel de cette méthodologie concernant seulement les indicateurs liés aux conditions biophysiques.

4.2.1- Les indicateurs de l'occupation des terres

Le changement physiognomique est un paramètre descriptif basé sur le changement dans l'espace et dans le temps des unités physiognomiques de végétation : les formations et les faciès

Données requises : Cartes de l'occupation des terres sous différents formats (papier, numérique ou vecteur) et à différentes périodes.

Traitement des données : Les données cartographiques récoltées feront l'objet des traitements suivants :

- transformation des cartes papiers en cartes numériques,
- vectorisation des informations cartographiques,
- saisie et intégration des données attributaires dans une base de données structurée d'un logiciel SIG,
- identification des formations et des faciès (nature, nombre,...) avec leurs superficies respectives aux différentes périodes disponibles.

Analyse des données : L'analyse des données repose sur trois points essentiels :

- analyse de l'évolution des formations et des faciès par comparaison des superficies et leurs changements dans le temps,
- vectorisation des informations cartographiques,
- saisie et intégration des données attributaires dans la base de données structurée d'un logiciel SIG.

Le recouvrement de la végétation (RGV) est la projection verticale au sol de la partie aérienne des espèces végétales (DAGET & GODRON, 1995). Il peut être exprimé par la notion de fréquence spécifique centésimale (Fsi) qui est la probabilité de présence d'une espèce dans l'unité échantillonnée. Elle est égale au rapport exprimé en pour cent du nombre de fois où l'espèce *i* a été recensée le long de la ligne au nombre total de points échantillonnés *N* (L'ensemble des points contacts de la végétation est rapporté au nombre total de points).

$$Fsi \% = n_i \times 100 / N$$

Le recouvrement global de la végétation représente la somme des fréquences spécifiques des espèces. Il s'exprime alors comme suit :

$$RGV = \sum fsi$$

L'état de dégradation des milieux est mis en évidence à travers le suivi de l'évolution de recouvrement global de la végétation de la région cartographiée. Le recouvrement de la végétation est l'indicateur par excellence de la

désertification retenu par l'UNCCD. Les unités cartographiées des cartes de l'occupation des terres sont renseignées par le recouvrement.

La Diversité des biotopes 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)

Données requises : Cartes de l'occupation des terres à différentes dates renseignées par les formations, les faciès et leurs superficies.

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 Kg MS/ha. La mesure de la phytomasse est essentielle pour évaluer la quantité de ressources disponibles sur l'observatoire ; le suivi périodique de la phytomasse est indispensable pour évaluer la production primaire en fonction de différents paramètres de production (temps, pluviosité) et de la productivité si les protocoles de mesures requis pour cet indicateur important ont pu être installés.

Le coefficient d'Efficacité de la Pluviosité pour la production (CEP) est défini comme étant la production primaire nette par millimètre d'eau de pluie ; il s'exprime en kg MS/ha/an/mm et c'est un bon indicateur du fonctionnement et de la dynamique de la végétation et des écosystèmes.

$$\text{CEP (Kg MS/mm/an de pluie)} = \frac{\text{Production (KgMS / ha / an)}}{P(mm)}$$

Les traitements des données consistent à calculer le CEP à l'échelle d'une formation, du faciès et enfin à l'échelle de l'observatoire.

La valeur pastorale est un paramètre synthétique, qui traduit la qualité des parcours. Elle 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 :

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

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

4.2.2- Les indicateurs de la biodiversité

Le calcul des indicateurs de la biodiversité repose sur l'analyse des deux composantes de la biodiversité, à savoir :

- la composition floristique basée sur la détermination de la richesse spécifique, la fraction des types biologiques et biogéographiques,
- la structure des différents biotopes basée sur le calcul des indices de diversité.

La richesse floristique représente la liste de tous les végétaux de rang taxonomique divers (famille, genre, espèces, sous espèces et variété) qui peuplent un écosystème (LONG, 1974). Les données requises concernent la liste des espèces végétales établies à travers des relevés floristiques. Elle peut être globale (à l'échelle de l'observatoire) comme elle peut être définie par faciès ou formation végétale.

Pour apprécier les variations de la richesse floristique à l'échelle de l'observatoire et mettre en évidence son évolution, il faut procéder à l'analyse de la composition floristique, en se basant sur le critère quantitatif (nombre des espèces) sans tenir compte du critère qualitatif (se rendre compte des types d'espèces présentes, disparues et apparues) et ceci à deux niveaux différents.

- **Les types biologiques** (système de Raunkiær) 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.
- **Les types biogéographiques** permettent de comprendre la répartition des végétaux et les causes de cette répartition ainsi que les relations existantes entre les espèces ou communautés végétales d'une part et les caractéristiques mésologiques (climat et sols) et biologiques (ensemble des organismes vivants) d'autre part. Les données requises pour cet indicateur concernent

le recensement des espèces et à chaque espèce est attribué son type biogéographique, son abondance et la famille à laquelle elle appartient.

L'indice de Shannon permet d'avoir aisément une meilleure idée sur l'état de la diversité biologique de l'observatoire. Il est exprimé par la formule suivante :

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

- p_i = la contribution spécifique de l'espèce i et S , le nombre total espèces dans le relevé.

H' est d'autant plus élevé que toutes les espèces présentes dans une station ont la même fréquence relative. Plus H' est élevé, plus la diversité spécifique est forte.

La diversité alpha est la diversité des espèces dans une communauté – un habitat. Elle tient compte des fréquences des espèces relevées le long des lignes de points quadrats et elle est calculée par l'indice de Shannon-Weaver :

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i$$

S = nombre total d'espèces

p_i = (n_j/N), fréquence relative des espèces

n_j = fréquence relative de l'espèce j dans l'unité d'échantillonnage

N = somme des fréquences relatives spécifiques

Plus l'indice est élevé, plus la diversité est grande.

- La diversité bêta est définie comme «l'importance du remplacement des espèces ou des changements biotiques le long de gradients environnementaux» (WHITTAKER 1972). Cela signifie que la diversité bêta mesure la diversité entre différents biotopes ou comme le gradient des changements de la diversité le long d'un transect comportant différents sites ou phytocœnosés. La diversité bêta peut être mesurée en utilisant divers indices de similitude.

Elle est calculée par l'indice de SORENSEN (1948) qui est calculé de la manière suivante :

$$P_s = \frac{2c}{a+b} \times 100$$

a = nombre d'espèces de la liste a (relevé A)

b = nombre d'espèces de la liste b (relevé B)

c = nombre d'espèces communes

5- SYNTHÈSE AFRIQUE DU NORD : ÉCOLOGIE – VÉGÉTATION OCCUPATION DES TERRES

Après lecture des différents rapports et compte tenu de la disponibilité des données dans les différents observatoires, deux analyses peuvent être formulées :

- la première analyse sera de type **diachronique**. Elle concernera des observatoires qui ont fonctionné depuis le début du programme ROSELT/OSS en Afrique du Nord : Menzel Habib de la Tunisie et celui des Hautes Plaines Steppiques du Sud oranais de l'Algérie.

L'analyse des rapports relatifs à la surveillance environnementale au niveau de ce réseau d'observatoires permettra de faire ressortir à l'échelle sous-régionale, les tendances écologiques qui semblent émerger de cette surveillance et de définir l'état des écosystèmes et leur fonctionnement dans la région circum saharienne. Il est donc nécessaire de bien cibler les indicateurs les plus pertinents.

Les indicateurs de tendance les mieux renseignés et retenus dans le cadre de cette synthèse sont les indicateurs liés au climat, aux ressources en eaux, à l'occupation des sols et ceux liés à la biodiversité.

- La deuxième analyse sera **synchronique** et elle concernera les états de référence des nouveaux observatoires mis en place dans le cadre du dispositif national de suivi environnemental (DNSE). Il est bien entendu que lorsque ces nouveaux observatoires disposent de données historiques il en sera tenu compte.

5.1- Les tendances climatiques

La pluviosité moyenne annuelle est l'indicateur le plus pertinent pour montrer les tendances climatiques sous - régionales et régionales

La pluviosité moyenne annuelle montre une variabilité inter-annuelle importante dans la plupart des observatoires : Menzel Habib et Oueslatia en Tunisie et les Hautes Plaines en Algérie. Les périodes humides s'intercalent avec des périodes de sécheresse plus ou moins fréquentes et longues. Le coefficient de variation moyen est d'environ 50% (figures 3, et 4). Cette irrégularité de la pluviosité est notée également dans l'observatoire de Sidi El Barrak Tunisie localisé dans l'étage humide.

Figure 3 - Cumuls pluviométriques annuels des stations du Sud oranais - Algérie (1907- 2007)

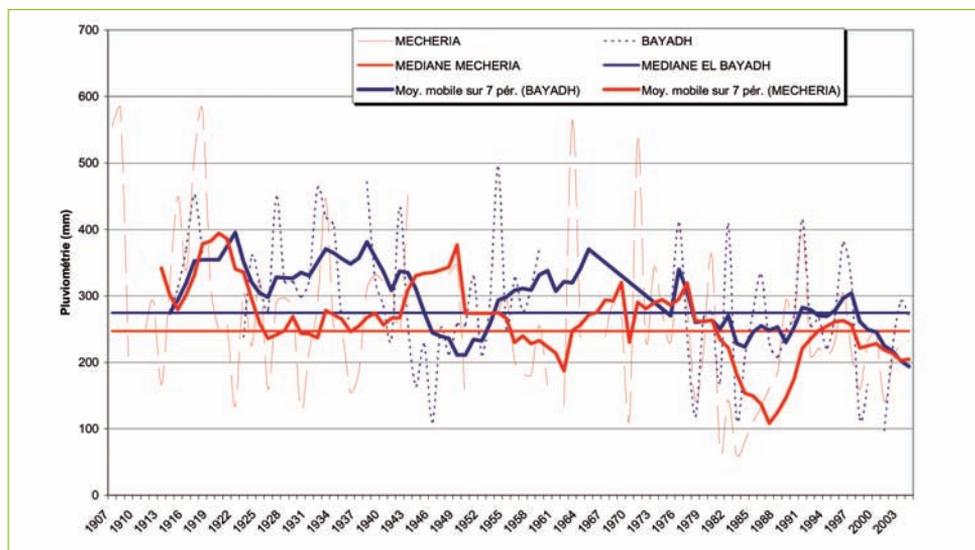
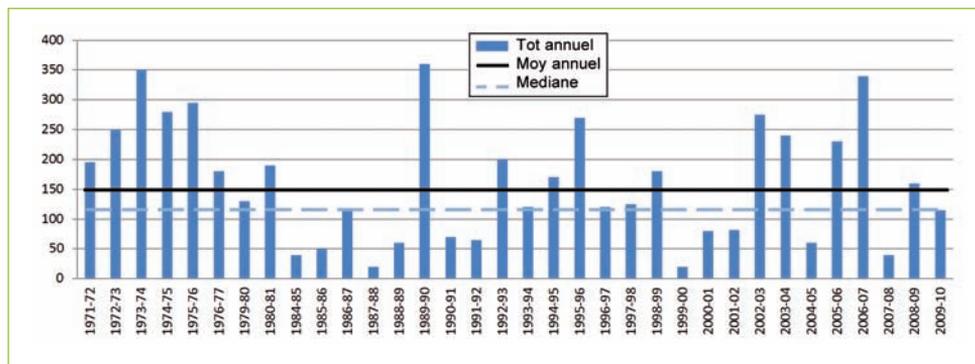


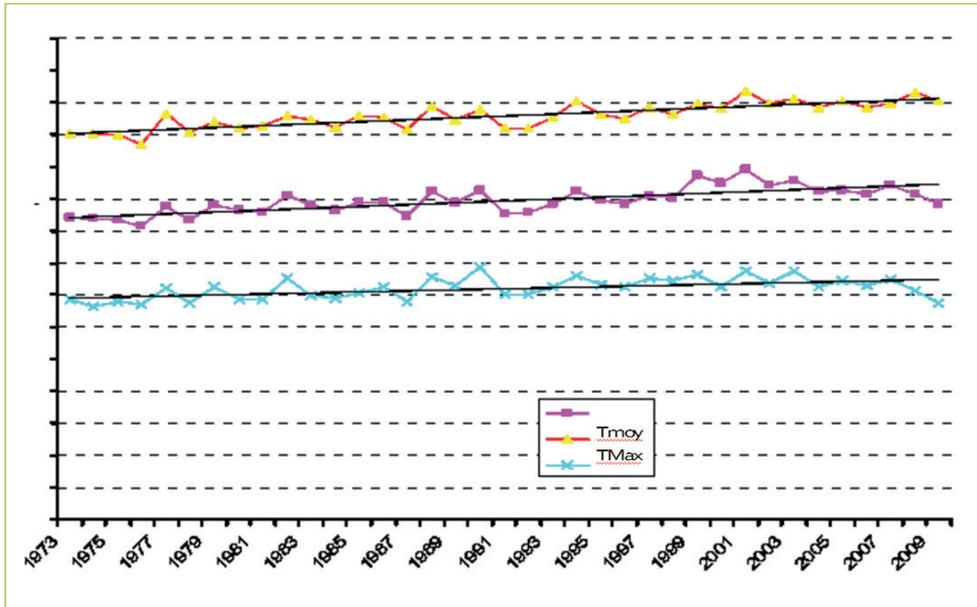
Figure 4 - Variation de la pluviométrie annuelle à Menzel Habib - Tunisie (1971-2010)



En Algérie, les dernières décennies ont connu une diminution notable de la pluviosité annuelle, avec parfois plusieurs années consécutives de sécheresse persistante. La diminution des précipitations est de l'ordre de 18 à 27% et la saison sèche a augmenté de 2 mois durant le siècle dernier.

Dans l'observatoire de Menzel Habib, la figure 5 montre que les températures moyennes aussi bien maximales que minimales tendent vers une augmentation de 1 à 2 °C dans un intervalle d'une quarantaine d'années.

Figure 5 - Evolution des températures moyennes (Min et Max) à Menzel Habib - Tunisie (1973-2009)



De même, il a été observé un changement de bioclimat dans la station d'El Bayadh de l'observatoire algérien (tableau 4). Le changement s'est effectué au niveau de l'étage et du sous étage. En un siècle, le site d'El Bayadh, est passé du semi-aride moyen froid à l'aride supérieur froid (Hammouda 2010).

Tableau 4 - Evolution de l'étage bioclimatique dans la région d'El Bayadh - Algérie

Stations	1913 – 1938			1970 – 2010		
	m	Q2	Bioclimat Etage /sous étage / variante	m	Q2	Bioclimat Etage/sous étage/ variante
El- Bayadh	-1.8	31.97	Semi-aride Moyen froid	-0.3	26.09	Aride Supérieur froid

Tous les travaux s'accordent à dire que les observatoires Nord-africains se caractérisent par une pluviosité variable et **la tendance, à l'échelle sous régionale, va vers une aridité croissante.**

5.2- La surveillance des ressources en eau

L'état des ressources hydriques disponibles est un indicateur important de la surveillance environnementale. En effet, compte tenu de la rareté de cette ressource dans les pays arides ou semi-arides, membres du réseau de l'OSS, à

pluviométrie variable et souvent aléatoire et où les rivières ou oueds sont rares et temporaires, ne coulant que quelques mois dans l'année, les sécheresses récurrentes et la pression démographique sur la ressource en eau disponible sont autant de paramètres qu'il faut intégrer dans la surveillance des écosystèmes.

L'exploitation des eaux souterraines se généralise dans certaines régions du Sud et cette ressource minière doit également faire l'objet d'une surveillance dans le cadre d'une gestion rationnelle. Le principal enjeu sera la préservation et l'utilisation durable des ressources.

La surveillance des ressources hydriques se fait, soit par les inventaires multi dates de points d'eau à l'intérieur des observatoires, soit comme dans le cas de Menzel Habib par des expériences ponctuelles visant à déterminer le potentiel hydrique. Dans la plupart des autres observatoires, seule une phase descriptive sur les ressources existantes à l'instant des récoltes des données est disponible. La qualité chimique des eaux a également fait l'objet de suivi dans les observatoires tunisiens et algériens.

En Tunisie, le réseau hydrographique de la région de Menzel Habib est assez dense et constitué d'un groupe d'oueds qui prennent essentiellement naissance dans la chaîne montagneuse qui sépare la délégation de Menzel Habib de celle d'El Hamma pour s'estomper dans les zones d'épandage au niveau des glacis ou aboutir dans les larges dépressions (garaas, sebkhas). Cet endoréisme est rompu dans la zone Nord-Est par oued R'mel qui rejoint la mer (Golfe de Gabès).

La disponibilité et l'accès aux ressources en eaux souterraines dans l'observatoire (tab.5) montrent que la densité moyenne des points d'eau représentés essentiellement par des puits est faible, et égale à 0,19 puits par km². Une diminution importante des points d'eau par rapport à l'année 2009 (180 aujourd'hui, 250 en 2009) n'est pas expliquée par les observateurs.

Les ressources en eau, dans les deux observatoires DNSE de la Tunisie, Sidi El Barrak et Oueslatia, sont beaucoup plus importantes en raison de la présence d'importants barrages et nappes d'eau.

L'Observatoire de Sidi El Barrak, caractérisé par un réseau hydrographique dense, aboutit au Barrage de Sidi El Barrak qui rassemble les eaux des différents oueds, stockant plus de 264.5 Mm³ d'eau douce par an et qui contribue à l'irrigation des surfaces cultivées d'une part et à l'alimentation en eau potable d'autre part.

Tableau 5 - Les ressources en eau de Menzel Habib - Tunisie - 2010

Imada	Nombre de points	Superficie	Densité des points d'eau
Menzel Habib	36	125	0,29
Zograta	40	70	0,57
Ouali	42	163	0,26
Oued Zitoun	15	105	0,14
El Fjij	17	107	0,16
Ségui	5	145	0,03
Mhemla	25	255	0,10
Total Observatoire	180	970	0,19

Dans l'observatoire de Oueslatia, on trouve :

- le barrage collinaire d'El Baldia dont le réseau hydrographique s'étend sur environ 45,4 km, dont la densité de drainage est de l'ordre de 2,14 km/km²,
- quatre lacs collinaires : El Gouazine, (réseau hydrographique de 28,9 km, densité de drainage de 1,65 km/km²), Dékékira (réseau hydrographique de 11 km et densité de drainage de 3,22 km/km²) et Bou Azroug1 et Bou Azroug2, qui sont partie prenante du bassin versant du barrage d'El Baldia.

Dans l'observatoire algérien, les ressources en eaux superficielles sont très faibles dans les Hautes plaines du Sud Ouest oranais malgré la présence de deux dépressions importantes : les Chotts Chergui et Gharbi. Le drainage est faible, et l'évaporation importante. Les eaux sont fortement minéralisées.

L'actualisation de l'inventaire des points d'eau sur le périmètre de l'observatoire (Tableau 6), a montré la disparition d'un grand nombre de puits de faible profondeur. Ceci est dû à la baisse des niveaux des nappes et donc à leur assèchement. Les puits ont été comblés par les nomades afin d'éviter des accidents. Ce phénomène est certainement dû à la dégradation des parcours, à l'abandon des terres par les éleveurs et à l'exode rural. L'ensablement de la zone et la sécheresse ont fait tarir aussi bien les puits que les sources. Cependant, des forçages nouveaux ont été réalisés dans le cadre du Fonds National pour le Développement Rural (FNDRA), initié par le ministère de l'agriculture pour le développement économique de ces régions déshéritées.

Tableau 6 - Inventaire des points d'eau de l'observatoire de Oueslatia - Tunisie en 2005 et 2011

Zone 1 et 2	Forages	Puits	Sources
2005	123	1300	37
2011	103	1243	28

5.3- Suivi de la végétation et de l'occupation des terres en Afrique du Nord

Les premiers indicateurs de la végétation, les plus commodes à établir, ce qui en fait les indicateurs les plus usités, sont dérivés de l'occupation des terres. Entre 2001 et 2011, seuls les observatoires des Hautes plaines du Sud Ouest oranais (Algérie), et de Menzel Habib (Tunisie) ont fonctionné en continu. Les observatoires Oued Mird et Issougui du Maroc, Bou Hedma de la Tunisie et El Ommayed d'Egypte n'ont pas été retenus dans le cadre de cette étude.

Les indicateurs traduisant l'évolution de la végétation et de l'occupation des terres qui seront pris en considération sont en premier lieu les changements structuraux :

- les changements du point de vue physiognomique, en ne tenant compte que des premières espèces dominantes,
- l'étendue de ces changements en termes de superficie,
- les changements du recouvrement global de la végétation,
- la diversité des biotopes.

Les changements fonctionnels :

- les variations des phytomasses,
- les coefficients d'efficacité des pluies.

Il faut cependant signaler que le choix des indicateurs calculés dans chaque observatoire est dépendant de la disponibilité des données. Les différentes périodes d'observation pour chaque observatoire sont indiquées dans le tableau 7. Les données de l'Algérie qui ont été traitées dans le rapport ROSELT/OSS de 2005 correspondent en fait à des relevés effectués entre 2001 et 2003.

Tableau 7 - Périodes d'observation et du suivi de la dynamique de l'occupation des terres dans les observatoires ROSELT/OSS en Afrique du Nord.

Pays	Observatoires	Période 1	Période 2	Période 3
Algérie	Steppes des Hautes Plainnes du Sud Ouest oranais	1978	2005	2011
Tunisie	Menzel Habib	1978	2000	2011

5.3.1- Les changements phytosociologiques

Les changements phytosociologiques se basent sur l'étude des cartes d'occupations des terres. Les paramètres étudiés sont :

- le nombre de formations et de faciès et leur superficie exprimée en % de la superficie totale des observatoires ;
- les superficies dévolues au parcours (steppes) et aux cultures (zones cultivées) exprimées en pourcentage par rapport à la superficie totale de l'observatoire.

Les résultats sont donnés en détail pour les 2 observatoires d'Algérie et de Tunisie (Tableau 8).

L'analyse de la superficie des terres de parcours (vs. terres cultivées) montre que parmi les deux observatoires retenus, celui de Menzel Habib semble de loin le plus vulnérable et le plus touché par le phénomène de la mise en culture relativement ancien en Tunisie, alors que dans le Sud oranais, contrairement d'ailleurs au reste du pays, la mise en culture reste marginale du fait des contraintes naturelles. En effet, à l'indigence des pluies, se rajoutent la rigueur hivernale, la présence de la croute calcaire et la très faible profondeur des sols saturés en calcium (< 40 cm en moyenne).

Tableau 8 - Changements phytosociologiques au niveau des deux observatoires de l'Afrique du Nord durant la période de suivi

	Steppes des Hautes Plaines Sud oranais			Menzel Habib		
	1978	2005	2011	1978	2000	2011
Nombre de Formations	9	19	14	12	4	4
Nombre de faciès	30	35	35	12	18	18
Superficie du faciès à <i>Stipa tenacissima</i> «Alfa»	36%	27.2%	1,64%	7%	-	-
Superficie du faciès à <i>Artemisia herba alba</i> «Armoise blanche»	15%	9.2 %	0	19.2%	-	-
Superficie du faciès à <i>Lygeum spartum</i> «Sparte»	45%	8.4 %	15.98	-	-	-
Superficie du faciès <i>Anarrhinum brevifolium</i>	-	-		9.6 %	3.34%	-
Superficie du faciès <i>Rhantherium suaveolens</i>	-	-		53.6%	0.84%	-
Superficie du faciès <i>S. tenacissima</i> et à <i>G. decander</i>	-	-		-	0.18%	-
Cultures	0.05	1.26	1.19	-	52.4%	58%
Evolution de faciès entre dates 01-02				Rapport 2011/1978 <i>S. tenacissima</i> 3% <i>L. spartum</i> 32%		

5.3.2- Analyse de l'évolution des superficies des terres de parcours et des terres cultivées

5.3.2.1- En Tunisie

Dans l'Observatoire de Menzel Habib, l'accroissement des terres cultivées au détriment des terres de parcours, s'est fait essentiellement entre 1978 et 2000, du moins sur le plan quantitatif (Tableau 9). La sédentarisation de la population et sa croissance rapide [taux d'accroissement annuel de 0.8% entre 1956 et 1994, (Auclair et al., 1996), la politique de privatisation des terres collectives [passage des terres de statut privé de 10.7% de la surface agricole utile en 1970 à 67.5% en 1996, en plus de l'intégration progressive de la région dans l'économie nationale (Auclair & Picouet, 1994, *ibidem*), ont conduit à l'accentuation des défrichements de la steppe et à la mise en culture des terres.

Par ailleurs, d'autres causes peuvent expliquer cette régression de la superficie des steppes, notamment la coupe du bois pour les utilisations domestiques. L'essentiel du bois de feu consommé dans la région provient de la steppe. C'est ainsi qu'une régression sensible, de l'ordre de 10 % de la superficie des steppes a été observée entre 1978 et 2000. Le taux de recul annuel de la superficie des steppes au profit des terres cultivées a été d'environ 0.5% (Hanafi, 2000). Entre 2000 et 2011, la même tendance est observée (Figures 6a et 6b) puisque la mise en culture s'accroît toujours et reste la principale spéculation économique, avec un accroissement de 54% au détriment de l'espace pastoral.

L'intervention massive de l'Etat par divers aménagements de conservation des eaux et des sols (jessour et tabias) au niveau des zones montagneuses et les zones d'épandage aux alentours des garâats et de Sebkhath Sidi Mansour a largement encouragé la population à mettre en culture de nouveaux espaces. Les garâats ont perdu 93% de leur superficie à cause de la rétention des eaux de ruissellement par ces aménagements. La zone située à proximité de Sebkhath Sidi Mansour, lieu de dépôts alluviaux et colluviaux, a été le siège d'une très importante transformation (65% de la superficie), suivie par les zones de Mhemla et Segui (34%) et les zones gypseuses de Hejrii. La mise en culture pour l'arboriculture derrière les jessours a augmenté de 8% aux dépens des parcours montagneux et de glacis essentiellement à proximité de Ouali. Notons cependant, qu'à l'intérieur du domaine agricole, l'arboriculture tend à être dominante relativement aux cultures céréalières ou mixtes (Tableau 9).

5.3.2.2 - En Algérie

Dans l'observatoire du Sud oranais, si la mise en culture a fortement augmenté en valeur absolue, passant de 419 ha en 1978 à près de 9000 ha en 2001, elle semble avoir stagné voire légèrement régressé en 2011, probablement en raison de difficultés techniques et administratives rencontrées in-situ (Tableau 10) et reste surtout insignifiante par rapport à la superficie totale

de l'observatoire (seulement 1%). Le Sud oranais reste une terre de parcours alors que Menzel Habib devient peu à peu un espace agricole, aux conditions écologiques, faut-il le préciser, très fragiles.

Taleau 9 - État d'occupation du sol en 2000 et 2011 à Menzel Habib - Tunisie

Nature de l'occupation	Superficie (ha) %				Evolution %
	2000	2011	2000	2011	
Parcours de montagne et de glacis	18621.65	17051.20	19,33	17,70	-8
Parcours sur sols gypseux	4887.91	3365.91	5,07	3,49	-31
Parcours sur sols sablo-limoneux	11145.88	7390.93	11,57	7,67	-34
Parcours de la plaine sableuse	24142.50	18250.87	25,06	18,94	-24
Unité ripoicole	567.96	2158.24	0,59	2,24	280
Mise en défens et plantation	795.54	795.54	0,83	0,83	0
Parcours sur sols salés	5565.51	1928.07	5,78	2,00	-65
Milieus de culture	29515.61	45325.93	30,63	47,04	54
Garaat	106.52	82.40	1,15	0,09	-93

Taleau 10 - Evolution de l'état d'occupation du sol au Sud oranais

Formation	1978		2005		2011	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Matorral	3908,74	0,56	6849,80	0,98	6849,80	0,98
Stipa tenacissima	313445,08	44,76	46679,52	6,67	11496,93	1,64
Artemisia herba alba	8441,51	1,21	805,58	0,12		
Lygeum spartum	348097,22	49,70	55607,60	7,94	111960,74	15,99
Facie de dégradation		0,00	489168,97	69,85	482412,60	68,88
Dépression (Halophytes)	21030,00	3,00	29609,03	4,23	27625,84	3,94
Cultures et défrichement	419,21	0,06	8880,67	1,27	8366,01	1,19
Psammophytes (complexe)	5000,94	0,71	59851,71	8,55	48741,06	6,96
Urbain			2889,25	0,41	2889,25	0,41

5.3.3- Évolution des formations végétales

Le nombre de formations a augmenté entre les deux premières dates du suivi dans les observatoires d'Algérie (Steppes des Hautes plaines du Sud Ouest oranais) et de Tunisie (Menzel Habib) mais entre 2000 et 2011, aucun changement notable n'est intervenu. Les tendances décelées durant la seconde période d'observation ont persisté (Figures 7a et 7b).

Dans les Steppes des Hautes plaines du Sud oranais, l'alfa (*Stipa tenacissima*), qui s'étendait à perte de vue et se voyait attribuer le vocable de «mer d'alfa» a quasiment disparu des plaines et ne persiste que dans les piémonts. De 313 445 ha en 1978, correspondant à environ 45% du territoire, elle n'en occupe plus que 6.67 % en 2000, et moins de 2% en 2011. Cette tendance est exactement la même qu'en Tunisie. En 2000 déjà, Hanifi et Jauffret observaient que l'alfa avait quasiment disparu et n'était conservée également qu'au niveau des versants de montagnes difficilement accessibles par les ovins, et ce d'ailleurs, à des taux voisins de ceux observés en Algérie. L'armoise blanche (*Artemisia herba alba*) a également disparu alors qu'un ensemble de formations indiquant la dégradation (*Atractylis serratuloides*, *Noaea mucronata*..) sont apparues en 2001. Il est intéressant de remarquer que les formations de dégradation (*Atractylis*, *Astragalus*, *Noaea*..) présentent des superficies similaires entre 2001 et 2011, de même que celles psammophytes dont la superficie a même régressé (de 8.55 % à 6.96%).

A Menzel Habib, la comparaison des données de 2000 avec celles de 2011, a révélé des transformations dans le milieu, sans bouleversements notables en comparaison avec la période 1978–2000 où des formations semblent avoir disparu (*Artemisia herba alba* ; *Annarhinnum brevifolium*) ou apparu (formation de dégradation à *Atractylis serratuloides*), ce qui corrobore remarquablement les résultats obtenus en Algérie. Les formations disparues, surtout l'armoise blanche, présentent une espèce dominante particulièrement appréciée par le cheptel. Les changements observés à Menzel Habib se matérialisent essentiellement par un morcellement des systèmes écologiques et une modification de leurs superficies. Cette modification ne s'accompagne pas forcément d'une régression des superficies des séquences dont certaines sont restées relativement constantes. Les changements dans leur utilisation ne revêtent pas une aussi grande importance sur le plan spatial. Du fait de l'hétérogénéité du milieu, la plupart des séquences présentent des unités cultivées et/ou pâturées, souvent intriquées en une mosaïque répétitive.

Figure 6a - Cartes de l'occupation des terres établie en 2005 à Méchéria - Algérie

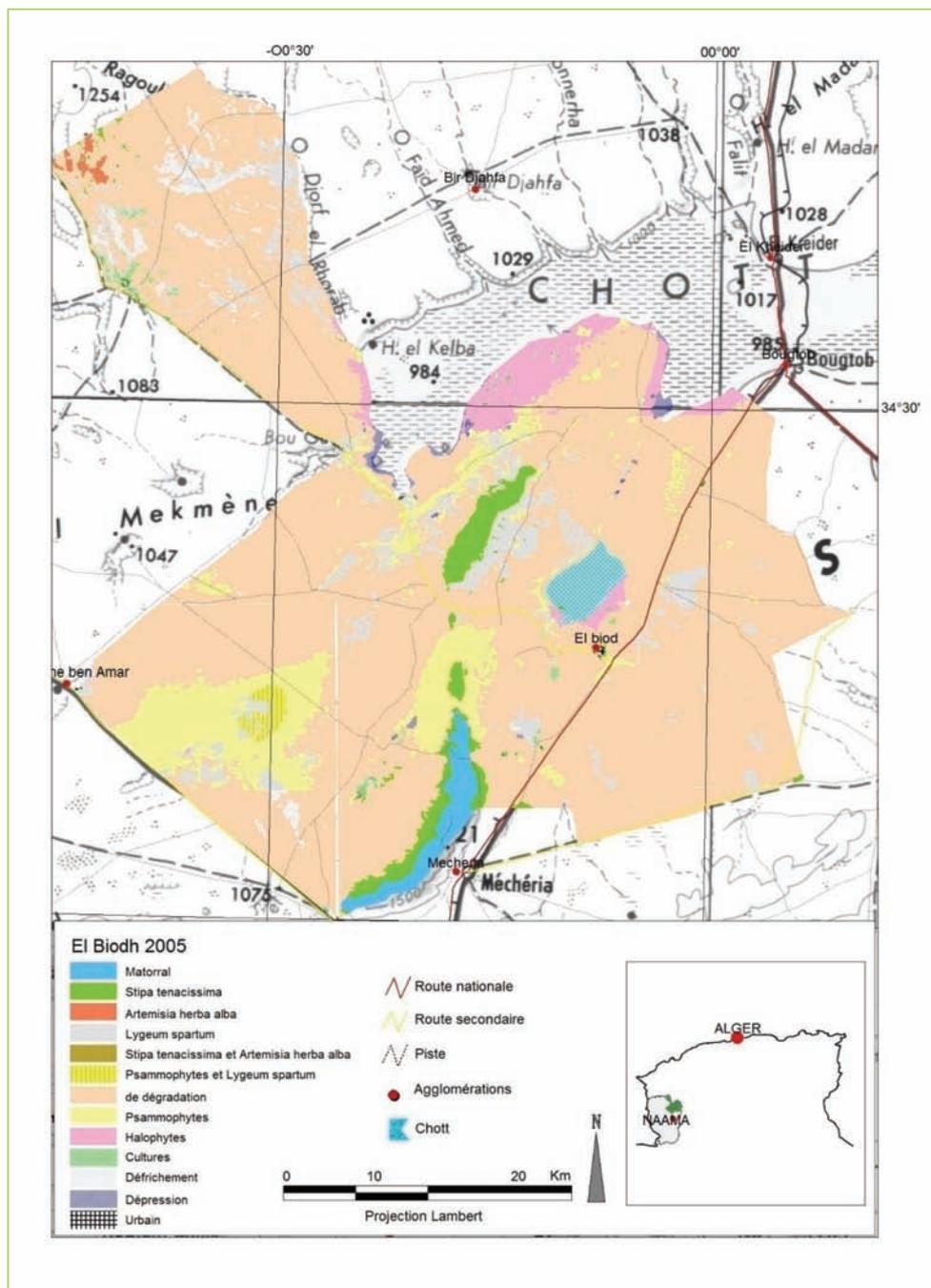


Figure 6b - Cartes de l'occupation des terres établie en 2011 à Méchéria - Algérie

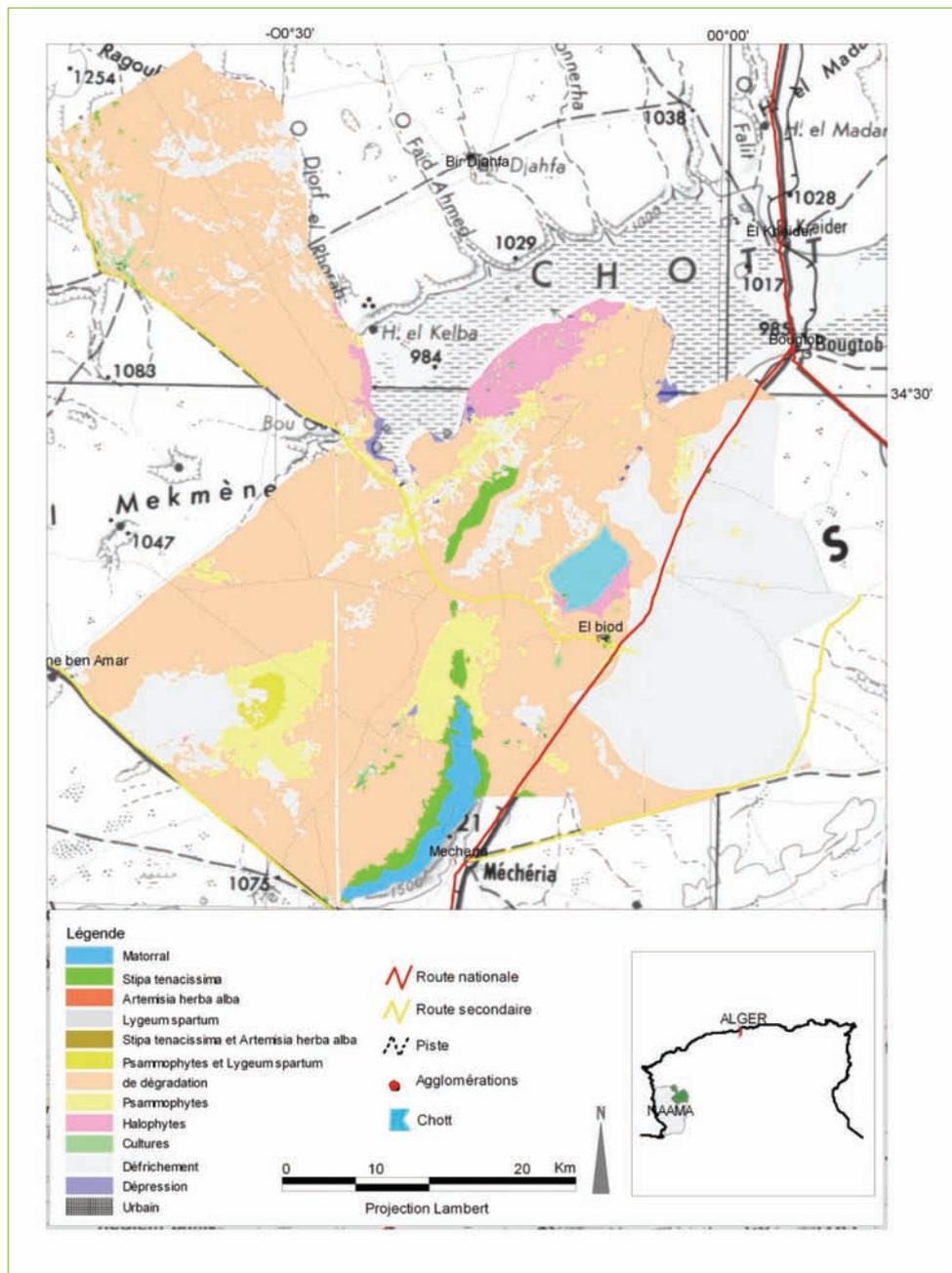


Figure 7a - Cartes d'occupation des sols de l'observatoire de Menzel Habib en 2000 - Tunisie

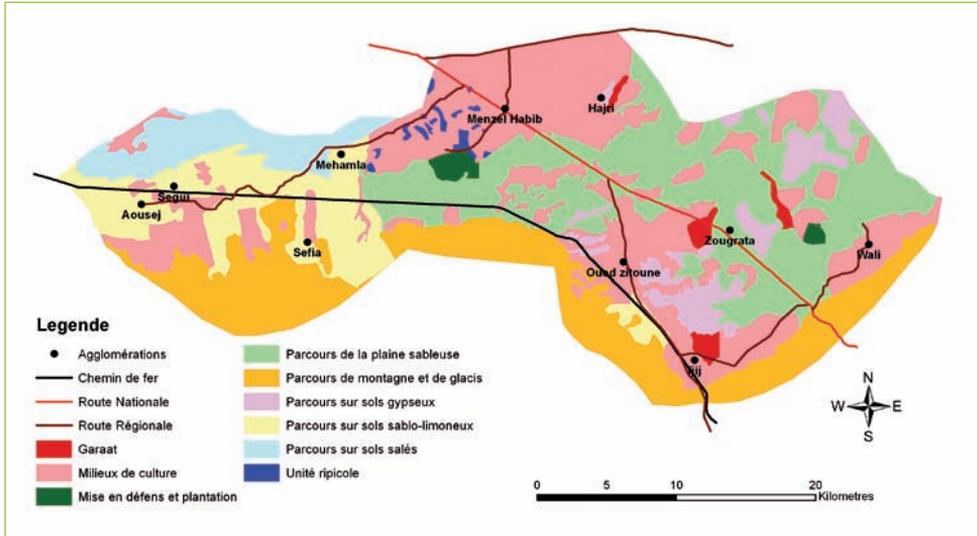
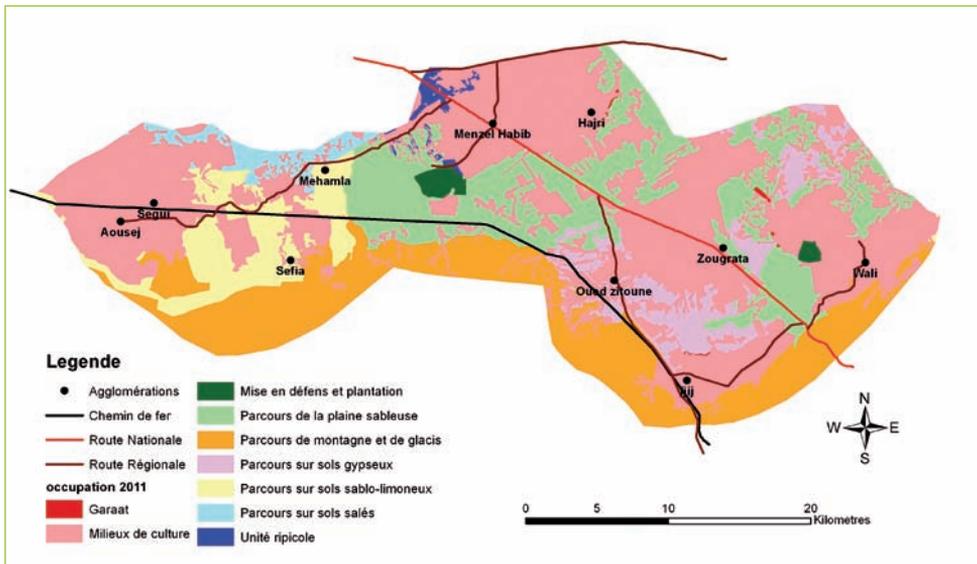


Figure 7b - Carte d'occupation des sols de l'observatoire de Menzel Habib en 2011 - Tunisie



L'analyse de la dynamique des unités de végétation de l'observatoire de Menzel Habib entre 2000 et 2011 (tableau 11 ; Figures 6a et 6b), atteste davantage la continuité des changements profonds touchant les formations végétales de l'observatoire. Ces changements sont tout d'abord d'ordre quantitatif dans la mesure où la plupart des unités de végétation ont subi une régression de superficie au profit des terres agricoles et ce même pour celles colonisant des sols marginaux voire improductifs (unités des sols gypseux et salés). Ils sont également d'ordre qualitatif dans la mesure où toutes les formations végétales ont été sujettes à une fragmentation des paysages et à un changement physiognomique dont le degré d'importance est variable en fonction du degré de perturbation. Parmi les unités qui ont connu une importante diminution au niveau de leur superficies, il y a lieu de signaler celles de *Rhanterium suaveolens*, *Astragalus armatus* & *Salsola vermiculata* (98%) et les unités dominées par *Haloxylon schmittianum* (environ 60%) et celle dominée par *Traganum nudatum* (65%).

Les unités dont les superficies ont augmenté au bout de cette période, sont essentiellement celles ripicoles (280%) et celles dominées par *Astragalus armatus* (45%).

La formation à base de *Rhanterium suaveolens* est la plus sujette aux différents types de perturbation (défrichement et surpâturage) du fait de son emplacement sur glaciis plans et surtout la texture de ses sols, souvent sableux, plus attractifs et donc vulnérables à l'impact de l'emprise humaine. Cette formation a perdu près des deux tiers de sa superficie initiale. L'augmentation de la superficie de l'unité à *Astragalus armatus*, *Artemisia campestris* & *Thymelea hirsuta*, inexistante en 1978, est un indicateur du surpâturage des unités dominées anciennement par le *Rhanterium suaveolens*.

Le tableau 11 qui montre le changement des principales formations (donc non exhaustif !) montre également que les mises en cultures ont touché même des zones marginales à l'instar des formations à *Anarrhinum brevifolium* qui ne semble plus exister en 2011 (et même bien avant !) sur sols gypseux. Toutefois, une certaine tendance vers la stabilisation pourrait être remarquée depuis l'année 2000, même si la céréaliculture et l'arboriculture ont continué leur progression au niveau des plaines (+1500 ha) en parallèle avec la mise en valeur des aménagements CES (+2500 ha). Les ouvertures des mises en défens ont fait augmenter les superficies des parcours.

Tableau 11 - Dégradation de la végétation par séquence de végétation entre 1978 et 2000 à Menzel Habib - Tunisie

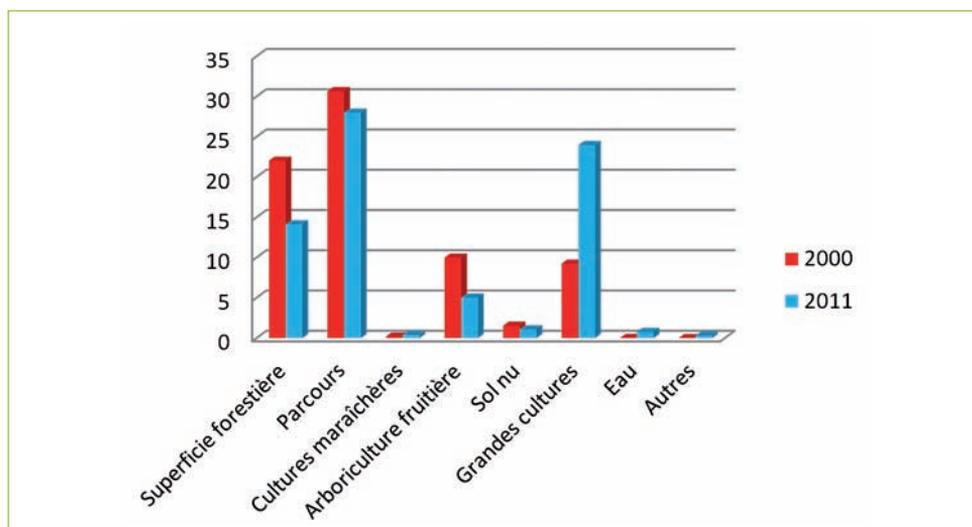
Unité de végétation	%		
	1978	2000	2011
<i>Artemisia herba alba</i>	19,20		
<i>Stipa tenacissima</i>	7,00	3	
<i>Stipa tenacissima & Artemisia herba alba</i>		16,18	15,74
<i>Haloxylon scoparium & Helianthemum kahiricum</i>		3,54	2,12
<i>Annarhinum brevifolium</i>	9,6		
<i>Atractylis serratulooides & Deverra tortuosa</i>		0,76	0,65
<i>Atractylis serratulooides, Astragalus armatus & Salsola vermiculata</i>		2,49	1,79
<i>Lygeum spartum, Atractylis serratulooides & Gymnocarpos decander</i>	2,07	1,93	1,09
<i>Haloxylon schmittianum & Haloxylon scoparium</i>		4,89	5,09
<i>Haloxylon schmittianum & Salsola vermiculata</i>		5,57	2,10
<i>Haloxylon schmittianum, Salsola villosa & Reaumurea vermiculata</i>		1,34	0,56
<i>Astragalus armatus, Artemisia campestris & Thymelea hirsuta</i>		1,32	1,89
<i>Rhanterium suaveolens & Astragalus armatus</i>	21,00	15,88	17,06
<i>Rhanterium suaveolens, Astragalus armatus & Salsola vermiculata</i>	29,00	8,37	0,16
<i>Ziziphus lotus & Deverra tortuosa</i>	0,54	0,60	2,26
<i>Traganum nudatum, Salsola sieberi & Anabasis articulate</i>		5,89	2,02
Agriculture mixte (arboriculture et céréaliculture)	5,00	27,20	41,27
Agriculture derrière jessour		4,06	6,20

En Algérie, la tendance est la même car, comme il a été dit précédemment, on décèle l'apparition de nouvelles unités non répertoriées en 1978, où les espèces dominantes sont les suivantes : *Astragalus armatus*, *Noaea mucronata*, *Atractylis serratulooides*, *Peganum harmala* et qui traduisent une dynamique régressive ou de dégradation de la végétation originelle. L'unité à *Thymelea hirsuta* comme espèce dominante n'est pas recensée dans l'observatoire mais elle existe effectivement dans d'autres localités et a la même signification en termes d'indicateur, qu'en Tunisie.

Les observatoires DNSE de la Tunisie

Dans l'observatoire de Oueslatia, des cartes d'occupation des terres multitudes ont été élaborées. En comparant les deux cartes d'occupation des sols de la carte agricole 1995 et de 2011 (figure 8), les tendances des observatoires steppiques se retrouvent : une nette dégradation des superficies des ressources naturelles, forêts et parcours en faveur des surfaces cultivées, notamment l'arboriculture fruitière et les grandes cultures.

Figure 8 - Comparaison des classes d'occupation des sols entre 1995 et 2011



Dans l'Observatoire de Sidi El Barrak, les différentes cartes d'occupation des terres qui ont été élaborées montrent que les écosystèmes forestiers semblent stables, occupant la majeure partie de l'observatoire et que l'agriculture n'a pas beaucoup empiété sur les écosystèmes naturels.

Conclusion

A l'échelle de la sous-région, on observe qu'entre 1978 et 2000, il y eu une **modification profonde du paysage végétal, avec la diminution quasi simultanée en Afrique du Nord des anciennes formations «climaciques»** ou plutôt pseudo «climaciques» en termes qualitatifs par rapport à la nature des faciès et en termes quantitatifs, par rapport aux superficies observées.

Les formations pseudo –climaciques ont subi une diminution drastique comme l'alfa (*Stipa tenacissima*), ou l'armoise (*Artemisia herba alba* ou *Seriphidium herba alba*), alors que d'autres plus «plastiques» douées d'une plus grande amplitude écologique et surtout de meilleures aptitudes à la

régénération ont été maintenues comme le sparte (*Lygeum spartum*).

Entre 2000 et 2010, la tendance vers la disparition des formations à alfa et armoise est maintenue. D'ailleurs, l'alfa (*Stipa tenacissima*) a totalement disparu des plaines en 2011, alors que l'armoise avait déjà disparu en 2000. Concernant l'alfa, il y a eu un bouleversement complet de l'écosystème (le seuil de résilience semble avoir été dépassé) qui bascule dans un autre bassin au sens de Godron, et la remontée biologique jusqu'au stade de restauration est impossible, l'alfa ne grainant pas en milieu steppique mais forestier.

Entre 2000 et 2010, il semblerait au contraire qu'il y ait eu une sorte de répit pour la végétation, la dégradation n'étant plus perceptible, puisque l'on n'observe plus l'apparition ou la disparition de nouvelles formations, mais plutôt le réaménagement des formations existantes en termes de superficies. La principale menace, surtout à Menzel Habib, reste la mise en culture dont la progression importante se réalise aux dépens des espaces pastoraux.

Les deux observatoires montrent peu de changements entre 2001 et 2010. En réalité, les résultats **laissent même suggérer une légère remontée biologique** au sein de ces nouveaux écosystèmes et ce, dans les deux pays.

5.3.4- Changements du couvert végétal

Les résultats du suivi des changements de recouvrement global de la végétation ne sont malheureusement disponibles qu'au niveau de l'observatoire du Sud oranais. De manière générale, l'analyse du tableau 12 permet de constater que le recouvrement global de la végétation a nettement diminué entre 1978 et 2005, vu que les observatoires étaient soumis à une perturbation forte et continue.

Par contre, entre 2000 et 2010, il semble y avoir une légère amélioration en termes de recouvrement de la végétation, tant pour celui brut que celui pondéré par la surface, passant de 17 à 19% de recouvrement, cependant très en deçà des 34% obtenus en 1978. Ceci confirme les résultats préliminaires obtenus au niveau des formations végétales, montrant une légère «remontée biologique». Il faut rester néanmoins très prudent car une différence si ténue n'est pas très significative. Cependant, cette remontée, si elle venait à se confirmer dans les prochaines années, concernerait des systèmes pseudo climaciques mais aussi des systèmes issus d'une dynamique de dégradation. Dans les deux cas, l'intensité de la perturbation a été tellement forte que la vitesse de la remontée biologique est très lente, les différences de recouvrement sont encore très faibles, ce qui rend la végétation sujette aux méfaits de la pression anthropozoïque (piétinement par les troupeaux, broutage, éradication, défrichement...) et

l'expose par conséquent aux différents processus de l'érosion hydro-éolienne (plantes déchaussées : mise à nu de leurs racines,...) car on estime qu'en deçà de 30%, la végétation réduit très peu la vitesse du vent par la rugosité qu'elle induit et laisse libre cours au travail de l'érosion éolienne et la déflation des sols.

Tableau 12 - Recouvrement des formations végétales (en %) dans l'observatoire du Sud oranais - Algérie

Formation	1978			2005			2011		
	Surface (ha)	RGV	RGV pondéré	Surface (ha)	RGV	RGV pondéré	Surface (ha)	RGV	RGV pondéré
Matorral	3908,74			6849,8			6849,8		
<i>Stipa tenacissima</i>	313445,08	36		46679,52	20		11496,93	20,00	
<i>Artemisia herba alba</i>	8441,51	28		805,58	12				
<i>Lygeum spartum</i>	348097,22	34		55607,6	19		111960,74	21,00	
Facès de dégradation				489168,97	16		482412,6	19,00	
Dépression (Halophytes)	21030	38		29609,03	26		27625,84	28,00	
Cultures et défrichement	419,21			8880,67			8366,01		
Psammophytes (complexe)	5000,94	18		59851,71	23		48741,06	15,00	
Urbain				2889,25			2889,25		
	Moyenne	30,80	34,62		19,33	17,10		20,60	18,92

Le manque de données se rapportant au recouvrement de la végétation dans le rapport tunisien est à déplorer, car ceci aurait relevé la significativité des résultats préliminaires obtenus. En effet, entre 1978-2000 et 2000-2011, les résultats obtenus au niveau de l'observatoire du Sud oranais montrent l'existence de deux dynamiques très différentes, la première se caractérisant par une intense érosion et une diminution du couvert végétal alors que la seconde semble au contraire se caractériser par une dynamique progressive, dénotant une augmentation moyenne du recouvrement de la végétation. La dernière remarque a trait à l'asymétrie entre les dynamiques progressives et régressives. Les résultats obtenus montrent que la végétation, après avoir subi un cycle «long» de dégradation, peine à revenir à son état initial et montre toute la difficulté d'un travail de restauration qui n'est pas pris à temps. Il

semblerait qu'à mesure que l'écosystème se détériore, la remontée biologique s'avère plus difficile.

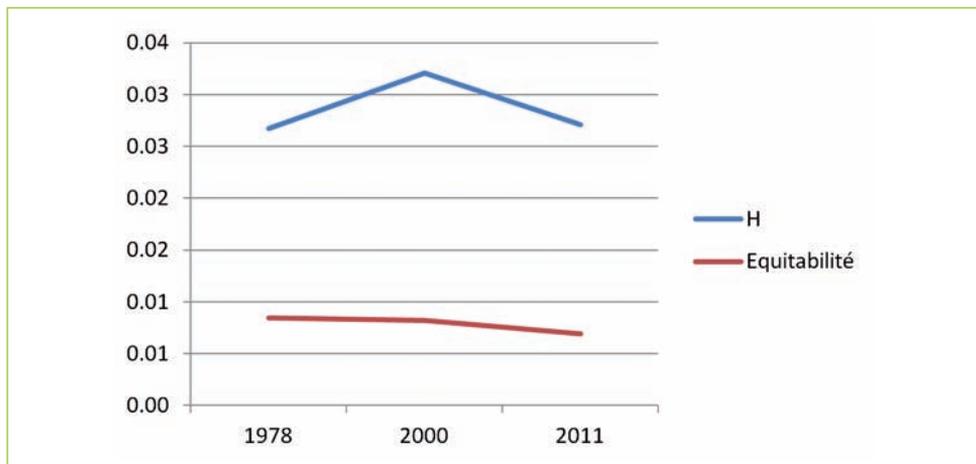
5.3.5- Diversité des Biotopes

L'écologie des paysages après une période de flottement est aujourd'hui une approche assez bien définie et standardisée, suite notamment aux travaux de l'école anglo-saxonne (Mc Garigal et al ,1995) et dans l'espace francophone Baudry et Burel (1995). Un de ses axiomes de base consiste à étudier la fragmentation des paysages, et elle passe par l'étude de la diversité des paysages qui traduit le taux de fragmentation du paysage à l'échelle régionale et sous régionale. Des Cartes d'Occupation des Terres (COT) de différents observatoires et à différentes dates ont été traitées. Les résultats obtenus au niveau des trois observatoires de l'Afrique du Nord sont présentés dans ce qui suit.

5.3.5.1- L'observatoire de Menzel Habib

L'étude de l'évolution des indices de diversité des biotopes de l'observatoire de Menzel Habib entre 1978 et 2000 (figure 9) a montré que les indices de Shannon (H') et d'équitabilité (E) avaient nettement augmenté, traduisant une plus grande fragmentation des paysages. On assistait alors à une fragmentation de grandes formations végétales sous l'effet de la forte exploitation humaine. Entre 2000 et 2011, l'indice de Shannon et l'équitabilité diminuent, montrant une moins grande fragmentation des paysages. Une des explications tiendrait à l'absence d'apparition de nouvelles formations végétales entre 2000 et 2011. D'autre part, l'accroissement de l'arboriculture se fait essentiellement au détriment des terres agricoles, et le faible accroissement de celles-ci pourrait n'avoir qu'une faible incidence sur le morcellement des parcelles et par là même sur la diversité paysagère.

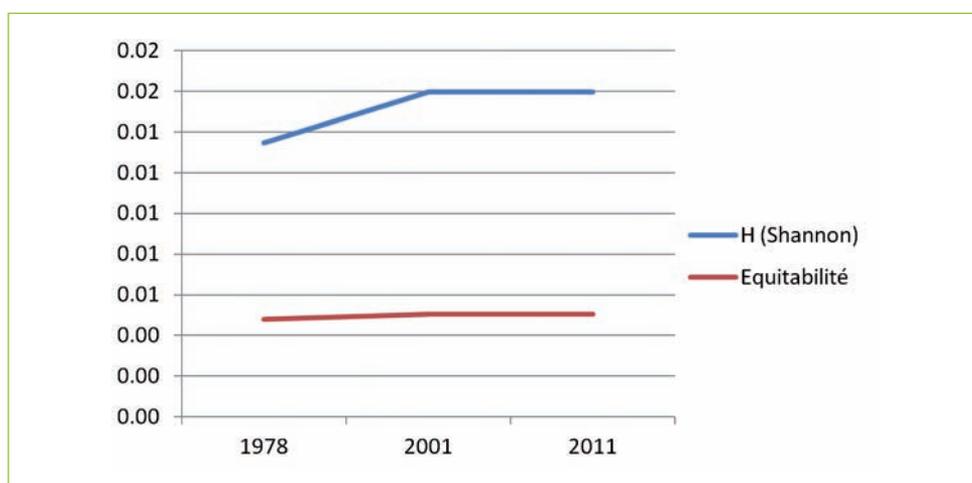
Figure 9 - Evolution de la diversité des biotopes au niveau de Menzel Habib - Tunisie



5.3.5.2- L'observatoire des Hautes Plaines Steppiques du Sud oranais

Il est intéressant de remarquer que les résultats relatifs aux calculs des indices de diversité paysagère durant la période 1978-2005, reportés en figure 10, sont semblables à ceux obtenus à Menzel Habib. Ceux-ci montrent une augmentation de l'indice de Shannon (H') entre 1978 et 2001, exactement comme l'observatoire de Menzel Habib. Par contre, entre 2001 et 2011, l'indice de Shannon n'augmente pas et il en est de même pour l'équitabilité. En outre, les valeurs obtenues sont nettement plus faibles que celles de Menzel Habib, montrant que la «parcellisation» du Sud oranais est beaucoup moins prononcée, du fait d'une agriculture relativement insignifiante.

Figure 10 - Diversité des biotopes au niveau des Hautes Plaines Steppiques du Sud oranais - Algérie



Ces résultats confirment ceux obtenus précédemment à savoir **qu'entre 2001 et 2010, les parcours dans les deux pays ne subissent pas de grands changements.**

5.3.6- Evolution des phytomasses et des Coefficients d'Efficence de la Pluie (RUE)

Le coefficient d'efficence de la pluie (CEP), plus connu sous le vocable anglo-saxon de RUE (Rain Use Efficiency) traduit le fait que plus un écosystème est dégradé, plus les pertes en eau par ruissellement seront grandes et corrélativement, plus l'eau utile infiltrée sera faible (le Houérou, 1984). Il en découle, toutes choses étant égales par ailleurs, qu'un écosystème dégradé rentabilise moins efficacement l'eau qu'il reçoit, et produit donc moins de phytomasse par mm de pluie. Dans le présent travail, faute de disponibilité des données, les variations de la phytomasse et du coefficient d'efficence

de pluie (CEP), ne sont étudiées qu'au niveau des observatoires des Hautes plaines steppiques du Sud oranais (Tableau 13), l'observatoire de Menzel Habib n'étant donné qu'à titre indicatif.

Tableau 13 - Variation de la phytomasse (P en kg MS/Ha/an) et du CEP au niveau de différentes formations végétales dans les Hautes plaines steppiques du Sud oranais et à Menzel Habib

Formations végétales	Hautes Plaines Steppiques						Menzel Habib			
	1978		2005		2011		1978		1999	
	P	CEP	P	CEP	P	CEP	P	CEP	P	CEP
<i>Stipa tenacissima</i>	1400	6,06	393	1,56	450	1,99	792	4,24	214	1,43
<i>Lygeum spartum</i>	900	3,90	398	1,58	500	2,21	-	-	-	-
<i>Seriphidium (Artemisia herba alba)</i>	700	3,03	-	-	-	-	241	1,29	228	1,52
<i>Hamada scoparia</i>	670	2,90	405	1,61	350	1,55	-	-	-	-
<i>Rhanterium suaveolens</i>	-	-	-	-	-	-	503	2,69	325	2,17
<i>Anarrhinum brevifolium</i>	-	-	-	-	-	-	332	1,78	119	0,79
Steppe de dégradation			198	0,79	214	0,95				

5.3.6.1- Au niveau des Hautes Plaines Steppiques du Sud oranais (Algérie)

Le tableau 13 montre qu'en 1978, le CEP était élevé et variait de 6 à 3. La plus grande efficacité pluviale est enregistrée dans les écosystèmes à *Stipa tenacissima*, montrant à travers cela l'adaptation de cette espèce clé dans les écosystèmes arides (Nedjraoui, 1990).

En 2001, une forte chute de la production pastorale a été enregistrée. Cette tendance s'expliquerait par la récurrence d'années sèches, conjuguée à l'énorme pression pastorale. Les parcours se sont rapidement dégradés, donnant lieu à une source de sable, qui commença à se stabiliser avec l'arrivée d'années plus humides et fut lentement colonisée par la végétation. Elle finit par disparaître lentement durant les années 2000. Entre temps, l'alfa a pratiquement disparu des plaines, ne laissant que des moignons témoins sous forme de rhizomes noircis (nécromasse) et affleurants.

Entre 2001 et 2011 par contre, le CEP stagne, augmentant même légèrement, ce qui recoupe et confirme l'ensemble des résultats obtenus précédemment à savoir que le processus de dégradation semble être stoppé, et peut être même, que l'on voit une légère remontée biologique, d'ailleurs assez perceptible sur

le terrain. Cette dynamique progressive serait d'abord due à une meilleure pluviométrie de ces dernières années, elle se rapporte également à la stabilité du cheptel, bien que ce dernier encore très important en maintenant une pression de pâturage continue.

5.3.6.2- Au niveau de Menzel Habib (Tunisie)

Le CEP est important, variant de 4 en 1978 à 1,43 en 2000. Il est inférieur à celui des Hautes Plaines, ce qui est logique car Menzel Habib se situe dans l'aride inférieur (présaharien) alors que Méchéria se situe dans l'aride moyen.

Il semblerait que la cause première de la dégradation, soit l'emprise de l'Homme sur les parcours pour les transformer en «ager», ou terres agricoles. L'Arboriculture s'accroît à une vitesse étonnante, et l'intrication des terres de parcours et de l'espace agricole conduit à un véritable problème d'inventaire cartographique pour le thématicien. Il semblerait que les facteurs de pression influent toujours sur la production des écosystèmes.

Le tableau 13 montre cependant, et ce, pour les deux observatoires, que l'efficacité vis-à-vis des précipitations annuelles, varie d'une formation végétale à l'autre en raison de la variabilité du potentiel édaphique du milieu (profondeur, infiltration et ruissellement, richesse, ...).

Conclusion

L'étude des indicateurs produits à partir des cartes d'occupation des terres réalisées à trois dates différentes dans les observatoires ROSELT/OSS de l'Afrique du Nord, a mis en évidence des tendances convergentes entre 1978 et 2001, allant dans le sens d'une très importante dégradation de la végétation en place dans tous les observatoires. Les formations dominantes à base d'espèces clés comme *Stipa tenacissima* disparaissent peu à peu et laissent place à des formations de moindre importance, souvent issues d'une dynamique de dégradation comme celles à *Atractylis serratuloïdes* ou *Salsola vermiculata*. Il en découle une transformation profonde du paysage de la région se matérialisant essentiellement par un morcellement et une fragmentation des formations végétales et une modification de leurs superficies. Les changements socioéconomiques, le défrichement, le surpâturage et la récolte de bois ont engendré une régression sensible au niveau de tous les indicateurs retenus (recouvrement, phytomasse, ...).

Par contre, entre 2001 et 2011, pas de changement notable, et ceci est perceptible à travers l'ensemble des indicateurs. Au contraire, pour la plupart d'entre eux, la tendance semble s'être renversée puisque les différents indicateurs montrent une très légère remontée biologique. Les principaux facteurs de dégradation, à savoir l'accroissement démographique qui engendre une pression accrue sur les terres de

parcours en les transformant en terres agricoles, (cas de la Tunisie), ou en les surchargeant d'un cheptel pléthorique, (cas de l'Algérie) sont toujours présents et n'augurent d'aucune amélioration sur le long terme. L'embellie ne serait due qu'à des pluies favorables enregistrées ces dernières années et à la légère diminution du cheptel en Algérie due à la raréfaction des aliments, notamment importés.

5.4- Indicateurs de la biodiversité dans les observatoires de l'Afrique du Nord

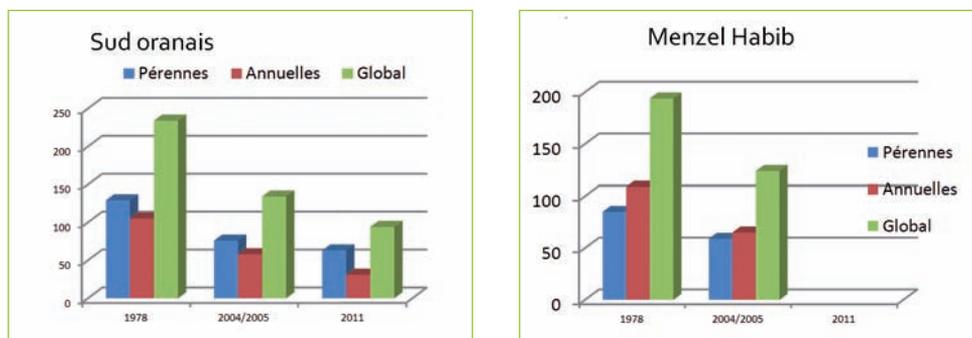
Le calcul des indicateurs de diversité est toujours ardu, car il suppose d'avoir le détail sur les données floristiques, qui ne sont généralement pas transmises au niveau des rapports de synthèse. La tâche se complique quand il s'agit de comparer plusieurs observatoires entre eux. Dans la mesure du possible, il va falloir tenter de procéder au calcul des indicateurs, tout en maintenant la rigueur nécessaire à la démarche scientifique. En Afrique du Nord, seul l'observatoire des Hautes Plaines a fourni des informations plus ou moins complètes sur les indicateurs liés à l'évolution de la biodiversité. L'observatoire de Menzel Habib a bénéficié de longues années d'observations et de plusieurs travaux sur la biodiversité (Le Floc'h et al. 1995; Jauffret, 2001 ; ROSELT/OSS, 2005). Cette végétation a connu une régression considérable observée jusqu'à 2005 et qui se manifeste par une diminution de la richesse spécifique due à l'action combinée du défrichement des formations spontanées au profit de l'agriculture et au surpâturage. L'actualisation des données dans cet observatoire aurait certainement apporté des informations intéressantes et pertinentes dans l'évolution de la biodiversité.

La synthèse biodiversité Afrique du Nord portera essentiellement sur les résultats obtenus dans l'observatoire algérien des Hautes Plaines Steppiques du Sud oranais.

5.4.1- Richesse spécifique

La richesse spécifique a été déterminée par comptage du nombre d'espèces sur la base des listes floristiques globales établies pour chaque observatoire. La richesse spécifique n'a de sens et ne constitue un indicateur fiable que si elle est comparée à la pluviosité et ce sur un laps de temps assez long.

Dans les observatoires ROSELT/OSS de l'Afrique du Nord, qui disposent d'anciennes données, les tendances établies montrent une régression de la végétation qui s'exprime par une diminution de la richesse spécifique, c'est-à-dire par une diminution du nombre global des espèces dans les observatoires du Sud oranais (Algérie) et de Menzel Habib (Tunisie) (figure 11) toutes choses étant égales par ailleurs.

Figure 11 - La richesse spécifique dans 2 observatoires de l'Afrique du Nord

Dans l'observatoire du Sud oranais, le nombre total d'espèces accuse une nette diminution entre les périodes prises en considération. Ainsi, on passe successivement de 234 espèces en 1978, à 134 espèces en 2005 et à 95 espèces en 2011.

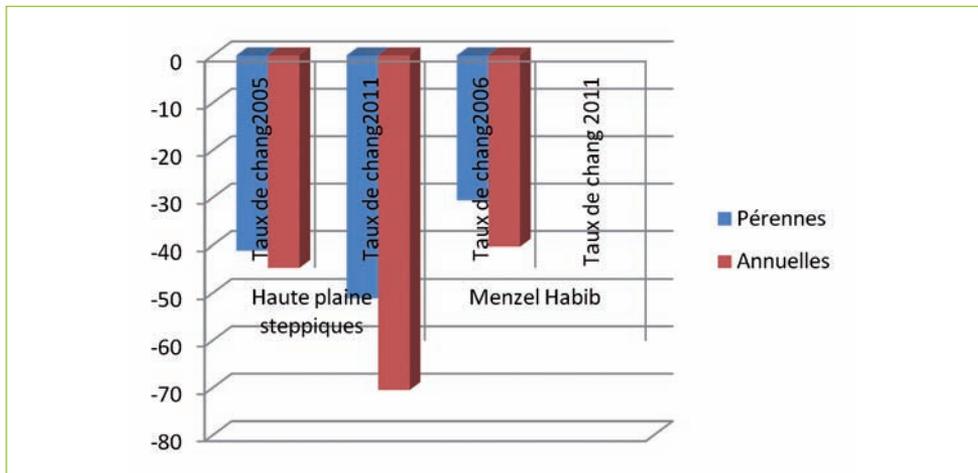
5.4.2- Evolution des espèces pérennes

Le suivi des espèces pérennes dans les observatoires peut constituer un meilleur indicateur que la liste globale des espèces. En effet, les espèces pérennes sont moins corrélées aux aléas climatiques que les espèces annuelles. Les résultats obtenus montrent une importante diminution du nombre des espèces pérennes en prenant comme référence la première période (1978). Le nombre d'espèces pérennes connaît une diminution de 53 espèces durant la deuxième période d'observation (2005) et de 66 espèces durant la troisième période (2011), ce qui est très important pour un écosystème, notamment au niveau de l'effet homéostatique, où deux ou plusieurs espèces ayant la même fonction pouvant se remplacer mutuellement en cas de défaillance ou de disparition. Pour une meilleure appréciation du changement de la richesse floristique, le taux de changement des annuelles et des pérennes dans les deux observatoires d'Afrique du Nord a été calculé (figure 12).

La diminution très importante des annuelles, notamment durant la troisième période, semble être liée la tendance à la diminution du stock de graines dans le sol. Bien que peu étudié en Afrique du Nord, le phénomène d'appauvrissement du stock en graines dans le sol, est un paramètre dont il est couramment tenu compte au Sahel. Hiernaux, 1984 ; Grouzis, 1988 ont montré que le surpâturage avait tendance à diminuer le stock en semenciers. L'aridité édaphique pourrait être une deuxième explication vu que les sols ont subi une déflation importante et un accroissement des températures ayant induit un effet négatif sur la production dans ces observatoires comme cela a été déjà signalé.

Cette diminution de la biodiversité spécifique s'explique par la quasi-disparition des espèces clés des steppes dominantes originelles, surtout la steppe à alfa (Kadi Hanifi 2002, Slimani et al 2009 et 2012). Les formations de dégradation montrent naturellement une plus faible efficacité dans le fonctionnement des écosystèmes. Citons à titre d'exemple *Salsola vermiculata*, *Thymelaea microphylla* et *Peganum harmala*, observées dans l'observatoire du Sud oranais.

Figure 12 - Taux de changement de la richesse spécifique des deux observatoires de l'Afrique du Nord (Sud oranais et Menzel Habib)



5.4.3- Types de familles

La diminution du nombre global des espèces et le changement à travers les 3 périodes a engendré un changement dans la distribution des types de familles durant toute la période de suivi. L'évaluation de ce changement a été faite en prenant en considération le nombre d'espèces de chaque famille (Tableau 14).

La figure 13 montre qu'il y a une diminution du nombre d'espèces pour l'ensemble des familles. Cette diminution n'est pas de la même importance pour toutes les familles. Cela permet de classer les familles par ordre d'importance :

Pour la première période (1978),

- les Poaceae avec 33 espèces occupent la première place,
- les Asteraceae avec 32 espèces, en deuxième position,
- les Fabaceae viennent en troisième position, avec 22 espèces.

Pour la période 2005 :

- les Asteraceae se positionnent en premier avec 29 espèces,
- les Poaceae en deuxième position, avec 18 espèces,
- les Brassicaceae en troisième position, avec 13 espèces.

Pour la période 2011 :

- les Asteraceae restent en première position,
- les Fabaceae sont en deuxième position, avec 16 espèces,
- les Brassicaceae en troisième position, avec 6 espèces,
- les Poaceae pour cette période passent à la quatrième position, avec 5 espèces

Les changements dans les familles sont très importants notamment pour les Poacées qui ne sont plus représentées que par 5 espèces.

Les taux de changement ont été calculés pour quelques familles qui semblent les plus représentatives de l'observatoire du Sud oranais et sont représentés sur la figures 14.

Le taux de diminution est important pour les trois familles : Brassicaceae, Caryophyllaceae et les Chenopodiaceae, notamment durant la troisième période.

Une famille est restée plus ou moins stable durant les trois périodes, celle des Asteraceae. Il semblerait que cette famille ait un plus grand pouvoir d'adaptation aux changements des conditions écologiques et aux pressions anthropiques dans ces milieux dégradés. Par contre, la diminution, de plus en plus importante, des Poaceae allant de -45,45% dans la deuxième période à -85% pour la troisième période, montre une sensibilité de cette famille à la pression exercée sur l'écosystème, notamment le surpâturage.

La question qui se pose, en prenant en considération le taux plus ou moins stable des Asteraceae, est de savoir si c'est le même cortège floristique, appartenant à cette famille, qui résiste durant les trois périodes. Ou bien y a-t-il un changement qualitatif dans cette liste floristique sans pour autant influencer le nombre global d'espèces des Asteraceae ? Pour répondre à ces questions, une analyse qualitative des listes floristiques a été nécessaire.

Tableau 14 - Tendance de changement de type de famille dans l'observatoire du Sud oranais - Algérie

FAMILLE	1978	2005	2011
Apiaceae	20	3	5
Boraginaceae	8	4	5
Capparidaceae	1	1	1
Capifoliaceae	1	1	4
Caryophyllaceae	12	6	4
Chenopodiaceae	13	11	5
Cistaceae	10	6	4
Asteraceae	32		
Brassicaceae	21		
Euphorbiaceae	4	1	29
Geraniaceae	4	2	13
Poaceae	33	18	5
Lamiaceae	10	3	1
Fabaceae	22	11	16
Liliaceae	12	3	0
Malvaceae	1	5	2
Oleaceae	2	0	0
Papaveraceae	1	1	0
Plantaginaceae	4	2	2
Renonculaceae	2	1	0
Resedaceae	2	3	2
Rhamnaceae	2	1	1
Scrofulariaceae	3	2	1
Zygophyllaceae	3	2	1
Thymelaeaceae	3	1	1
Cucurbitaceae	0	0	1
Illiciaceae	0	0	2
Orobanchaceae	0	0	1

Figure 13. La tendance des types de familles dans l'observatoire du Sud oranais

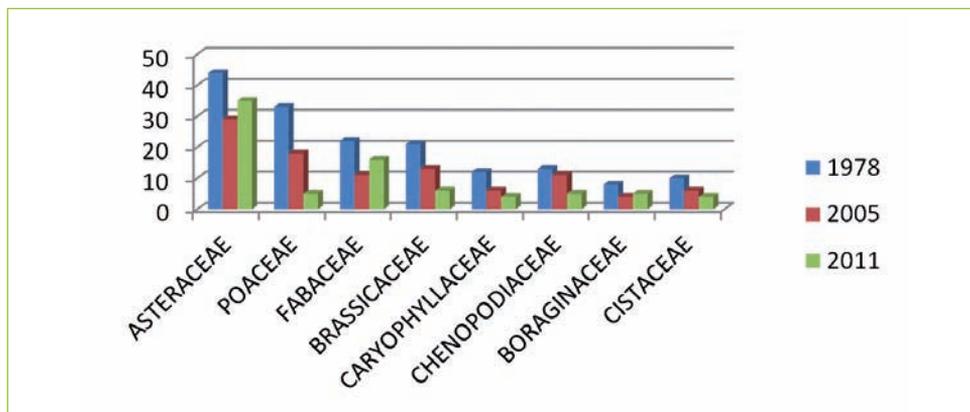
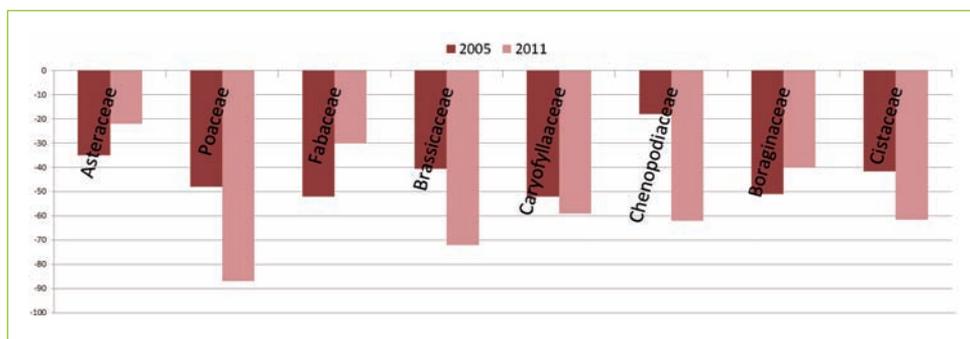


Figure 14 - Taux de changement des types de familles dans l'observatoire du Sud oranais



Les tableaux 15, 16 et 17 reflètent la présence et l'absence des espèces pour les trois périodes considérées dans l'observatoire du Sud oranais.

Il est à noter des changements significatifs de la liste des espèces observées :

- Parmi le cortège floristique rencontré uniquement dans la première période et avéré absent dans les deux autres périodes, on note : *Brachypodium distachyum*, *Sedum sediforme*, *Ziziphora hispanica* et *Xeranthemum inapertum*, et dans une moindre mesure *Androsace maxima*, *Bromus squarrosus* et *Micropus bombycinus*. Ce sont des espèces qui sont indicatrices de climat moins aride (Le Houérou, 1969 ; Aidoud-Lounis, 1984; Aidoud, 1969 ; Aidoud, 1989) et leur absence en 2005 et 2011 témoigne, selon Slimani (2011) de la dégradation des sols (le changement du pédoclimat fait que ces espèces ne se retrouvent plus dans les milieux désertifiés).

- Ces espèces ont cédé la place à d'autres espèces de dégradation, comme *Atractylis cancellata*, *Atractylis flava* et *Xanthium spinosum*, *Salsola kali* apparues uniquement dans la troisième période, ces espèces appartiennent à la famille des Asteraceae. La présence de ces espèces indique l'état avancé de la dégradation dans ces milieux.

Ceci montre qu'il semble y avoir une dynamique progressive et semble surtout confirmer les résultats obtenus au niveau de la carte de l'occupation des terres; la vitesse de dégradation est autrement plus rapide que la vitesse de restauration. Les phases de dégradation ont été si intenses qu'aujourd'hui, malgré un retour des pluies, certaines annuelles peinent à germer et revenir à leur abondance initiale. Le stock semencier semble avoir diminué et même les sols se sont acidifiés du fait d'une forte érosion.

Dans cette analyse qualitative, il faut rester vigilants quand on parle d'une disparition totale d'une espèce donnée car seules les observations continues et exhaustives peuvent confirmer de telles conclusions, notamment quand il s'agit d'espèces annuelles ou éphémères qui sont davantage influencées par les variations interannuelles de la pluviosité.

Tableau 15 - Liste des espèces présentes en 1978 et non trouvées en 2005 et en 2011 dans le Sud oranais

Espèces	1978	2005	2011	Espèces	1978	2005	2011
<i>Atractylis carduus</i>	+	-	-	<i>Anchusa undulata</i>	+	-	-
<i>Atractylis phaeolepis</i>	+	-	-	<i>Androsace maxima</i>	+	-	-
<i>Atractylis serrata</i>	+	-	-	<i>Anvillea radiata</i>	+	-	-
<i>Atractylis humilis caespitosa</i>	+	-	-	<i>Arabis auriculata</i>	+	-	-
<i>Achillea santolina</i>	+	-	-	<i>Aristida plumosa</i>	+	-	-
<i>Aegilops triuncialis ovata</i>	+	-	-	<i>Arthrophytum schmittianum</i>	+	-	-
<i>Agropyron orientale</i>	+	-	-	<i>Arthrophytum scoparium</i>	+	-	-
<i>Aizoon hispanicum</i>	+	-	-	<i>Asparagus acutifolius</i>	+	-	-
<i>Allium cupani</i>	+	-	-	<i>Asparagus stipularis</i>	+	-	-
<i>Alyssum alpestre</i>	+	-	-	<i>Asphodelus microcarpus</i>	+	-	-
<i>Alyssum cochleatum</i>	+	-	-	<i>Asphodelus refractus</i>	+	-	-
<i>Alyssum macrocalyx</i>	+	-	-	<i>Astragalus caprinus lanigerus</i>	+	-	-
<i>Alyssum parviflorum</i>	+	-	-	<i>Astragalus hamosus</i>	+	-	-
<i>Arnebia decumbens</i>	+	-	-	<i>Astragalus echinatus</i>	+	-	-
<i>Ammochloa pungens</i>	+	-	-	<i>Astragalus armatus tragacanthoides</i>	+	-	-
<i>Anabasis articulata</i>	+	-	-	<i>Atractylis delicatula</i>	-	+	-
<i>Anabasis oropediorum</i>	+	-	-	<i>Atriplex glauca</i>	+	-	-
<i>Anarrhinum fruticosum</i>	+	-	-				

Espèces	1978	2005	2011	Espèces	1978	2005	2011
<i>Brachypodium distachyum</i>	+	-	-	<i>Iris unguicularis</i>	+	-	-
<i>Bromus tectorum</i>	+	-	-	<i>Jasminum fruticans</i>	+	-	-
<i>Buffonia tenuifolia</i>	+	-	-	<i>koelplinia linifolium</i>	+	-	-
<i>Bupleurum balansae</i>	+	-	-	<i>Koeleria pubescens salzmannii</i>	+	-	-
<i>Bupleurum spinosum</i>	+	-	-	<i>Leontodon hispidulus mulleri</i>	+	-	-
<i>Carlina involucreta corymbosa</i>	+	-	-	<i>Lepidium subulatum</i>	+	-	-
<i>Catapodium tuberculosum</i>	+	-	-	<i>Leuzea conifera</i>	+	-	-
<i>Centaurea incana amourensis</i>	+	-	-	<i>Limoniastrum guyonianum</i>	+	-	-
<i>Ceratocephalus falcatus</i>	+	-	-	<i>Linaria reflexa</i>	+	-	-
<i>Chrysanthemum macrotum</i>	+	-	-	<i>Linaria simplex</i>	+	-	-
<i>Cistus villosus</i>	+	-	-	<i>Loeflingia hispanica</i>	+	-	-
<i>Coronilla minima</i>	+	-	-	<i>Lonicera etrusca</i>	+	-	-
<i>Coronilla scorpioides</i>	+	-	-	<i>Matricaria pubescens</i>	+	-	-
<i>Corrigiola littoralis ssp littoralis</i>	+	-	-	<i>Matthiola fruticulosa</i>	+	-	-
<i>Ctenopsis pectinella</i>	+	-	-	<i>Matthiola longipetala</i>	+	-	-
<i>Echinaria capitata</i>	+	-	-	<i>Medicago truncatula</i>	+	-	-
<i>Ephedra altissima</i>	+	-	-	<i>Moricandia arvensis</i>	+	-	-
<i>Erodium hirtum</i>	+	-	-	<i>Muscari comosum</i>	+	-	-
<i>Erodium bipinnatum</i>	+	-	-	<i>Nardurus cynosuroides</i>	+	-	-
<i>Euphorbia calyptrata</i>	+	-	-	<i>Nolettia chrysocomoides</i>	+	-	-
<i>Evax argentea</i>	+	-	-	<i>Ononis sicula</i>	+	-	-
<i>Evax pygmaea</i>	+	-	-	<i>Ormenis africana</i>	+	-	-
<i>Fagonia microphylla</i>	+	-	-	<i>Ornithogalum tenuifolium</i>	+	-	-
<i>Filago germanica</i>	+	-	-	<i>Ornithogalum umbellatum orthophyllum</i>	+	-	-
<i>Fumana thymifolia</i>	+	-	-	<i>Panicum turgidum</i>	+	-	-
<i>Genista pseudo-pilosa</i>	+	-	-	<i>Paronychia capitata chlorothyrsa</i>	+	-	-
<i>Globularia alypum</i>	+	-	-	<i>Phillyrea angustifolia media</i>	+	-	-
<i>Gymnocarpus decander</i>	+	-	-	<i>Polycarpon polycarpoides bivonae</i>	+	-	-
<i>Hedypnois cretica</i>	+	-	-	<i>Polycnemum fantanesii</i>	+	-	-
<i>Helianthemum cinerum rubellum</i>	+	-	-	<i>Reseda arabica</i>	+	-	-
<i>Helianthemum ellipticum</i>	+	-	-	<i>Saccocalyx satureioides</i>	+	-	-
<i>Helianthemum pilosum</i>	+	-	-	<i>Scabiosa arenaria</i>	+	-	-
<i>Helianthemum ledifolium</i>	+	-	-	<i>Scabiosa stellata</i>	+	-	-
<i>Hertia cheirifolia</i>	+	-	-	<i>Scilla peruviana</i>	+	-	-
<i>Hippocrepis multisiliquosa ciliata</i>	+	-	-	<i>Scleropoa rigida</i>	+	-	-
<i>Hippocrepis bicontorta</i>	+	-	-	<i>Scorzonera laciniata</i>	+	-	-

Espèces	1978	2005	2011	Espèces	1978	2005	2011
<i>Sedum sediforme</i>	+	-	-	<i>Thymus algeriensis</i>	+	-	-
<i>Silene setacea</i>	+	-	-	<i>Thymus ciliatus</i>	+	-	-
<i>Stipa lagascae</i>	+	-	-	<i>Thymus hirtus</i>	+	-	-
<i>Stipa retorca</i>	+	-	-	<i>Trigonella polycerata</i>	+	-	-
<i>Suaeda fruticosa</i>	+	-	-	<i>Valerianella eriocarpa, discoidea</i>	+	-	-
<i>Thapsia garganica</i>	+	-	-	<i>Xeranthemum inapertum</i>	+	-	-
<i>Thymelaea virgata</i>	+	-	-	<i>Zizyphora hispanica</i>	+	-	-
<i>Thymelaea tartonraira</i>	+	-	-				

Tableau 16 - Liste des espèces apparues en 2005 et présentes en 2011 dans le Sud oranais

Espèces	1978	2005	2011
<i>Atractylis serratuloides</i>	-	+	+
<i>Atractylis humilis</i>	-	+	+
<i>Carthamus lamatus</i>	-	-	+
<i>Centaurea incana</i>	-	+	+
<i>Hammada scoparia</i>	-	+	+
<i>Launaea nudicaulis</i>	-	+	+
<i>Malva parviflora</i>	-	+	+
<i>Onopordon acaule</i>	-	+	+

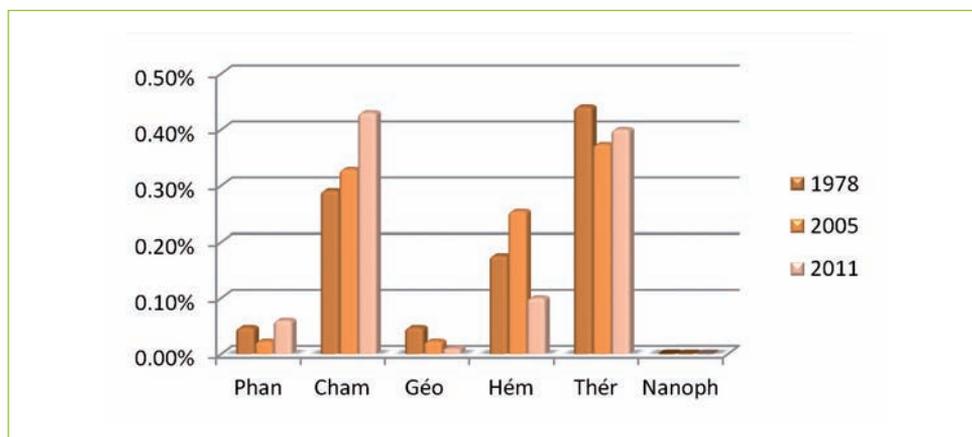
Tableau 17 - Liste des espèces apparues en 2011 dans le Sud oranais

Anthemis Montana Batt.	-	-	+
<i>Argyrolobium uniflorum</i>	-	-	+
<i>Atractylis cancellata</i>	-	-	+
<i>Atractylis flava</i>	-	-	+
<i>Colocynthis vulgaris</i>	-	-	+
<i>Echium trigorysum</i>	-	-	+
<i>Euphorbia falcata</i>	-	-	+
<i>Launaea angustifolia</i>	-	-	+
<i>Ononis angustissima</i>	-	-	+
<i>Psychine stilosa</i>	-	-	+
<i>Reseda lutea</i>	-	-	+
<i>Retama spherocarpa</i>	-	-	+
<i>Spitzelia coronopifolia</i>	-	-	+
<i>Trigonella anguina</i>	-	-	+
<i>Trigonella stellata</i>	-	-	+
<i>Xanthium spinosum</i>	-	-	+

5.4.4- Types biologiques

Les spectres biologiques ont été calculés pour chaque liste floristique des trois périodes d'observation dans l'observatoire du Sud oranais (fig. 15)

Figure 15 - Evolution des spectres biologiques et biogéographiques de l'observatoire du Sud oranais



L'analyse des différents spectres biologiques montre une baisse des taux de thérophytes et des hémicryptophytes durant la seconde période d'observation. Ceci est intéressant car nos observations sur le terrain ont montré que lors d'une succession d'années sèches, même les thérophytes classiquement abondantes comme *Shismus barbatus*, *Plantago albicans* et *Filago spathulata* devenaient plus rares. La dernière période montre une reprise pour les thérophytes et plus particulièrement pour les chaméphytes. La thérophytisation décrite par beaucoup d'auteurs comme une caractérisation de systèmes dégradés est effectivement valide dans le cas du passage d'un écosystème en bon état vers un autre en mauvais état. Par contre, à l'intérieur d'un système déjà perturbé, le taux en thérophytes est variable et une succession d'années sèches peut faire baisser la richesse en thérophytes tant au niveau spécifique qu'au niveau populationnel. Par contre, ces dernières années, l'augmentation de la pluviométrie et la stagnation relative du cheptel ont contribué à relâcher la pression sur les parcours, à les laisser reconstituer leur stock en réserves et augmenter leur productivité. Ceci s'accorde parfaitement avec les résultats trouvés au niveau de l'analyse de la carte d'occupation des terres qui traduisent un reverdissement épisodique des parcours.

5.4.5- Types biogéographiques

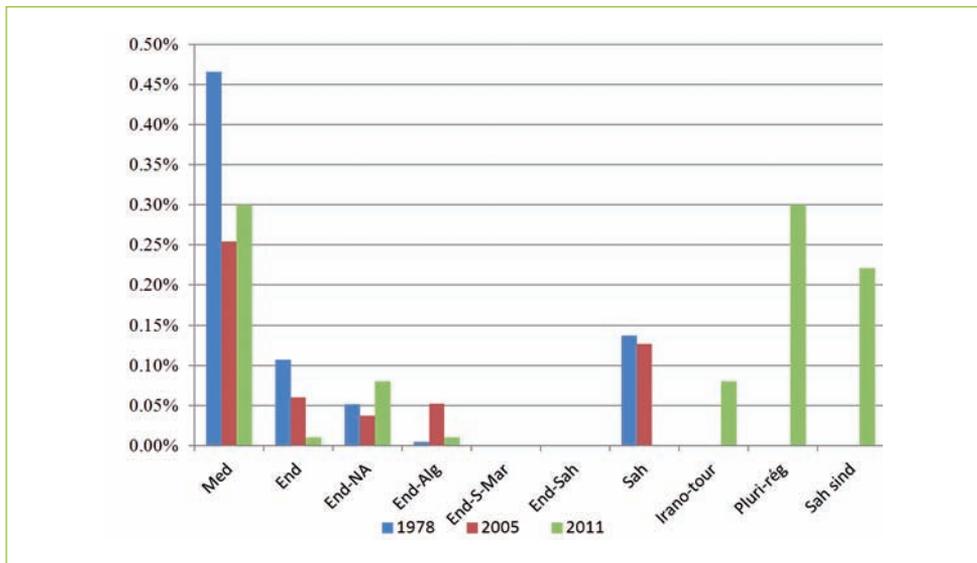
L'analyse de la tendance des spectres biogéographiques dans l'observatoire du Sud oranais montre un cortège floristique surtout formé d'éléments

méditerranéens. On y trouve peu d'éléments endémiques, et peu d'éléments sahariens (figure 16).

Lors de la deuxième période, on observe une diminution très importante des méditerranéennes qui passent de 46.58% à 25.37%, ce qui pourrait traduire une aridification du climat.

Durant la troisième période, on note la disparition de l'élément saharien et l'apparition de nouveaux éléments : pluri-régional, saharo-sindien, irano-touranien aux dépens de l'élément méditerranéen. Ces résultats confirmeraient, vraisemblablement, une évolution des types biogéographiques sous l'influence des changements des conditions écologiques et peut être, contrairement à ce qui a été affirmé dans la première synthèse sur la flore et la végétation*, pourrait-on considérer le type biogéographique comme un indicateur à part entière de l'évolution de la biodiversité.

Figure 16 - Evolution des spectres biogéographiques de l'observatoire du Sud oranais



* « Roselt/OSS CT1, 2007, Guide Roselt/OSS pour l'étude et le suivi de la flore et de la végétation, Collection Roselt/OSS, CT n° 1, Tunis, 175 p., ISBN : 978-9973-856-35-7 »

6- SYNTHÈSE AFRIQUE DE L'OUEST : ÉCOLOGIE - VÉGÉTATION OCCUPATION DES TERRES

6.1- Tendances climatiques

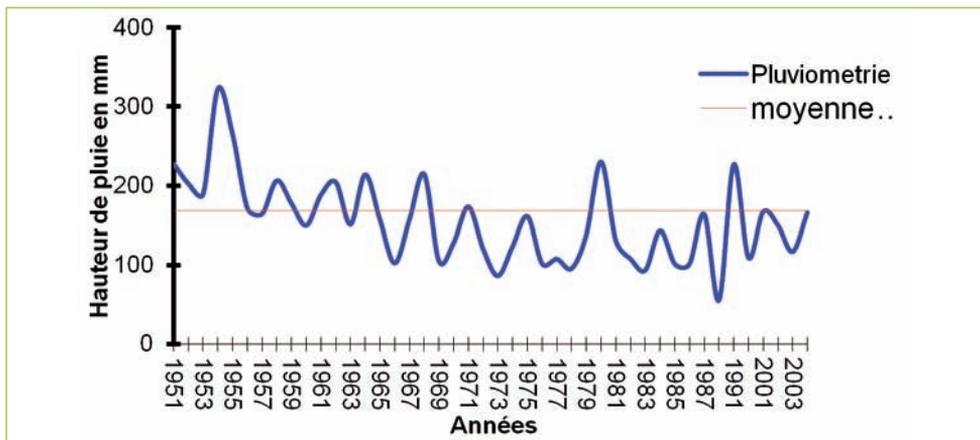
Les climats des observatoires de la sous-région Afrique de l'Ouest sont très divers: tropical sahélien, aride à semi aride avec des transitions saharo sahéliennes (Bourem, Diffa) et soudano sahélienne (Torodi, Ferlo). Ils sont sous l'influence de la mousson du golfe de Guinée, qui dure de 3 à 4 mois, et des alizés sahariens (l'harmattan) (Hiernaux et Le Houérou, 2006).

Le climat tropical, comme le climat méditerranéen, est marqué par une importante variabilité interannuelle, une disparité et une variation latitudinale de la pluviométrie. Le coefficient de variation interannuel est de 30 à 60% pour l'ensemble des observatoires.

Les analyses spatiales de la pluviométrie à l'échelle des pays ont montré une diminution de la pluviométrie avec une tendance à l'aridité pour la plupart des observatoires. En effet, la pluviométrie se caractérise par une diminution amorcée depuis la fin des années soixante, qui a été à l'origine de sécheresses exceptionnelles, allant jusqu'à causer dans certains pays des famines récurrentes.

Dans l'observatoire de Bourem, l'évolution de la pluviosité moyenne annuelle (figure 17) et celle de la température révèlent un changement climatique critique à partir des années 70 qui se traduit par un recul des isohyètes sur environ 200 km du Nord vers le Sud. Ce glissement des isohyètes est également signalé dans les observatoires du Niger.

Figure 17 - Evolution de la pluviométrie entre 1951 et 2004 à la station de Bourem - Niger



Dans l'observatoire du Baoulé de 1980 à 2007, l'évaluation de l'indice d'aridité de Martonne révèle que la tendance va dans le sens de l'aridité climatique dans le secteur de Kita (figures 18 et 19).

Les résultats se répètent dans l'ensemble des observatoires DNSE du Mali. A Sikasso, la station de Mopti dans le Delta du Niger, la pluviosité diminue, phénomène évoqué même par les lointains souvenirs des populations locales. Un changement climatique est perceptible dans ces régions du Mali, le climat tend vers le type aride ou steppique.

Figure 18 - Evolution de l'indice d'aridité de Martonne entre 1950 et 2007 à la station de Gao-Mali

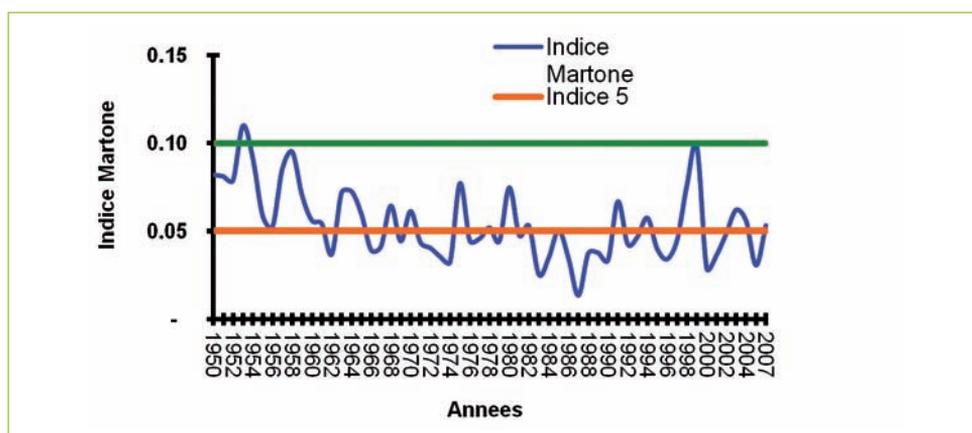
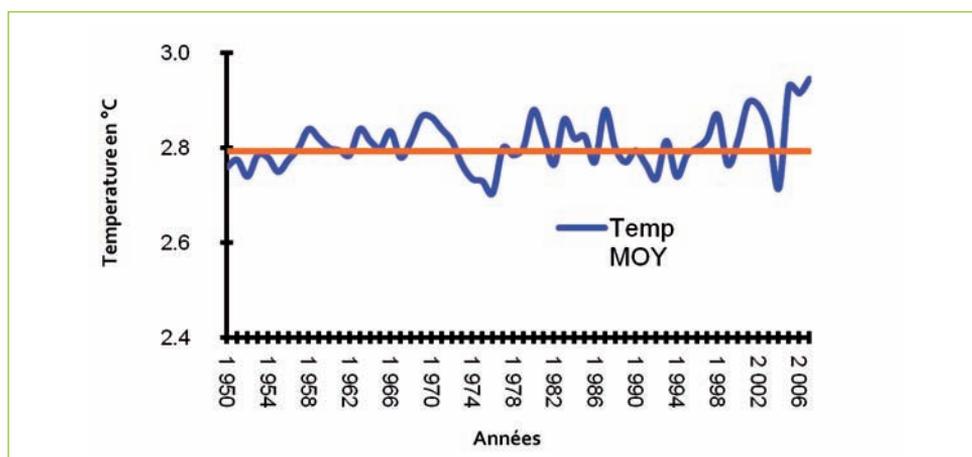


Figure 19 - Evolution de la température de 1950 à 2007 à la station de Kita dans l'observatoire du Baoulé - Mali



Ce phénomène d'aridité confirme le recul latitudinal des isohyètes (de l'ordre de 200 à 300 km). des zones climatiques au Sahel du Nord vers le Sud.

Dans les Observatoires du Ferlo et de Darou Khoudoss, du Sénégal, l'irrégularité et la grande variabilité spatio-temporelle des précipitations sont également relevées. Le suivi des paramètres climatiques à travers l'analyse des différentes courbes de pluviosité normales et moyennes décennales confirme la réduction «drastique» de la pluviométrie dans l'observatoire du Ferlo. La tendance au réchauffement climatique dans la région a amené les décideurs à mettre en place, dans le bassin arachidier et la zone sylvo pastorale, le programme «Baawaan» qui veut dire, pluies généreuses et qui a comme objectif le recours à la pluie provoquée. Le relèvement net de la pluviométrie dans le Ferlo, suite aux précipitations provoquées, mériterait d'être étudié dans le cadre du suivi climatique et de son implication sur les ressources naturelles dans les observatoires du DNSE Sénégal.

6.2- Surveillance des ressources en eau en Afrique de l'Ouest

Au Niger, le lac Tchad, dans la région de Diffa sur 3000 km avec une capacité de rétention à la cote 282 m, de 12 milliards m³ est la principale ressource en eau de l'observatoire. La densité des points d'eau est faible, et partout inférieure à 1 point d'eau au Km². Elle varie de 0.010 point d'eau au Km² à Diffa et à 0.24 point d'eau au Km² à Dosso. Cette situation est non seulement imputable à l'insuffisance de ces ouvrages hydrauliques, mais également à l'étendue du territoire. Cette faible densité des points d'eau met en évidence les problèmes d'accès à l'eau potable notamment en milieu rural.

Au Mali, les ressources en eau n'ont pas fait l'objet d'un suivi régulier, dans l'observatoire de Bourem. Pour pallier le stress hydrique qui sévit dans la région, quelques infrastructures ont été réalisées par les services de l'hydraulique : 40 forages et 128 puits dont 121 permanents et 7 temporaires.

Au Sénégal, dans l'observatoire du Ferlo, les ressources hydriques proviennent essentiellement de mares et d'eaux souterraines. Les mares qui se sont formées du fait du relief accidenté, sont aujourd'hui caractérisées par un tarissement précoce du fait de l'effet combiné du déficit pluviométrique et de l'ensablement.

Au Burkina Faso, dans l'observatoire de la Mare d'Oursi, il serait très intéressant de suivre l'évolution des ressources en eaux. En effet, la Mare d'Oursi a été construite par la mise en place des ergs dunaires qui ont formé un barrage naturel, permettant ainsi le stockage de l'eau. En raison des sécheresses et de la forte pression anthropique, la nappe, qui est pérenne en principe, a connu de nombreuses années successives d'assèchement.

6.3- Suivi de la végétation et de l'occupation des terres en Afrique

6.3.1 - Changements physiologiques

6.3.1.1 - Au Sénégal

Le sous territoire de Ouarkhokh

Dans l'observatoire du Ferlo, seul le département du Linguère qui est pris en considération présente des informations utilisables, à la différence de la région du Ferlo septentrional. En outre, cette unité administrative est en adéquation avec les études et les cartes de base qui avaient été réalisées durant la première période (site de Linguère). Le sous territoire de Ouarkhokh est dominé par une formation végétale de type pseudo-steppe qui correspond quasiment à une formation de transition entre la vraie steppe au Nord (domaine sahélien) et la savane plus au Sud (domaine soudanien). Les cartes de l'occupation des terres (COT) fournies par le Centre de Suivi Ecologique, donnent une information synthétique par grandes formations, à la différence de celles d'Afrique du Nord qui détaillent la superficie de chaque type physiologique ; ce dernier étant défini par les 3 premières espèces dominantes au sens de l'Onesco (1972).

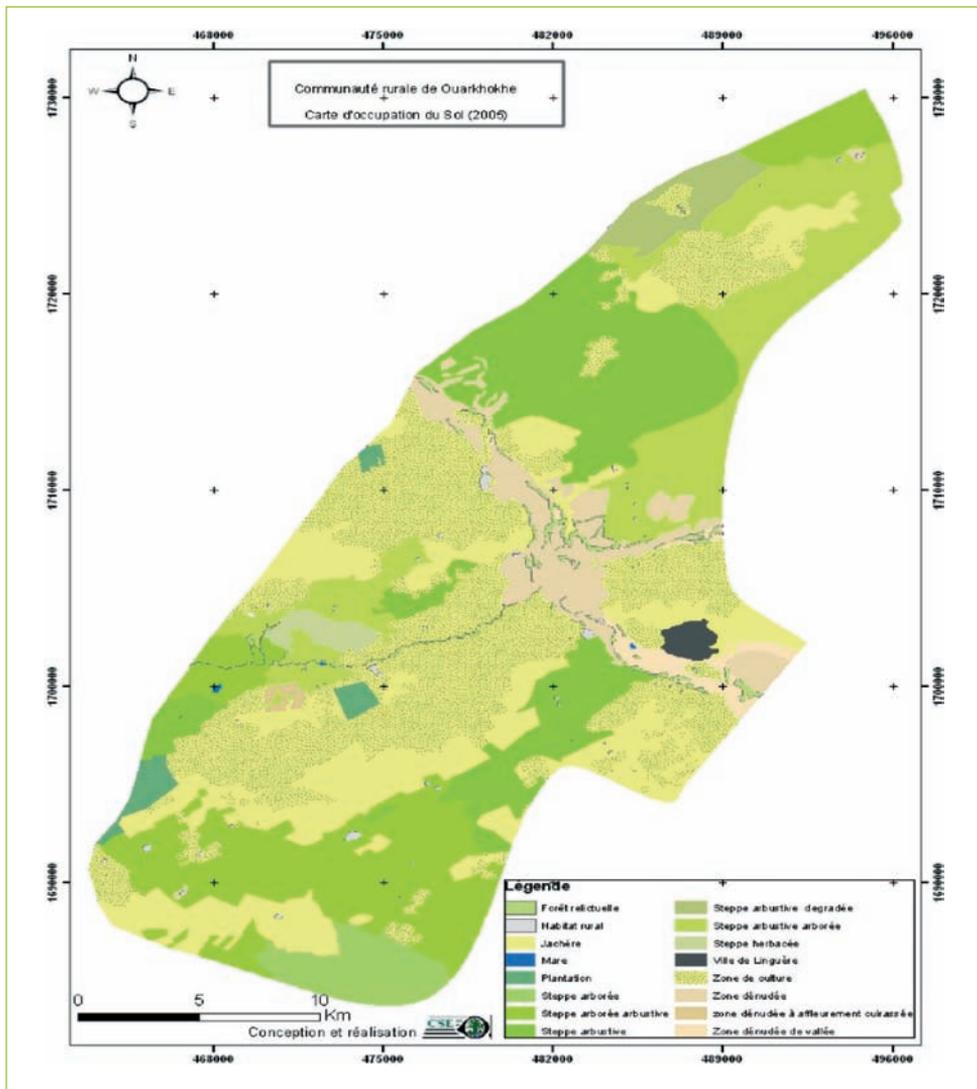
En 2005, les types physiologiques ci-dessous ont été définis et cartographiés dans la COT (Figure 20) :

- Steppe arborée: steppe dominée par une strate arborée principalement à *Sclerocarya birrea* et *Combretum glutinosum*. Le recouvrement moyen dans la zone d'étude se situe entre 15 et 20 %.
- Steppe arbustive: steppe dominée par la forme végétale arbustive voire arbrissellée. Le recouvrement estimé se situe entre 2 et 10 %. Espèces ligneuses *Balanites aegyptiaca*, *Acacia tortilis*, *Combretum glutinosum*, *Boscia senegalensis*, *Calotropis procera*.
- Steppe arbustive dégradée; steppe arbustive avec des plantes succulentes abondantes ou largement représentées. Exemple de la zone environnante de Loumbi-forage, avec *Calotropis procera* dominant surtout au niveau des ligneux bas avec une réflectance particulière (LB) dénotant la dégradation due à la surcharge du bétail.
- Steppe arborée à arbustive/arbustive à arborée; steppe à aspect de mosaïque où la forme ligneuse dominante conditionne l'appellation mixte retenue. Dans les deux cas, le recouvrement oscille entre 10 à 15%. La hauteur étant prépondérante dans le cas d'espèce. Les espèces étant celles des formations constituantes listées ci-dessus auxquelles l'on peut ajouter par endroits notamment dans les zones à sol argileux gravillonnaire ou cuirassé *Anogeissus leiocarpus*, *Acacia seyal*. Les espèces herbacées rencontrées dans ces formations de steppes sont surtout : *Aristida mutabilis*, *Eragrostis*

tremula, *Schoenefeldia gracilis* ainsi que *Abutilon macropodum* dans les plaines basses.

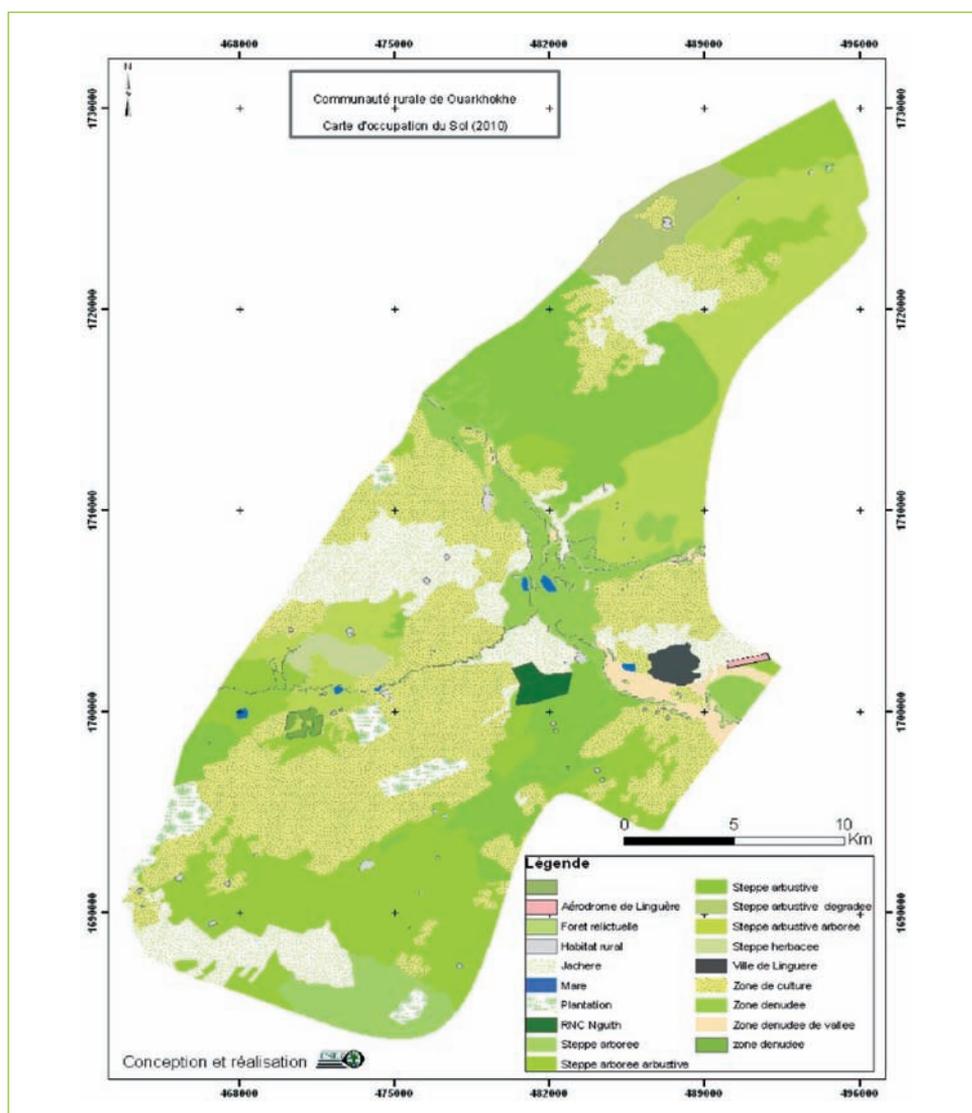
- Forêt relictuelle : cette formation se rencontre principalement dans la vallée du Ferlo ainsi que dans les vallées connexes qui lui sont liées et parfois même dans certaines dépressions où les conditions édaphiques notamment le type de sol argileux pour la plupart et les possibilités d'inondation temporaire expliquent sa présence. Les acacias sont les espèces ligneuses dominantes.

Figures 20 - Carte d'occupation des terres 2005 : Observatoire du Ferlo ; sous territoire de Ouarkhokh - Sénégal



Dans la COT élaborée en 2010 (Figure 21), il ne semble pas y avoir de nouvelle formation végétale, mais de nouvelles entités physiques apparaissent, comme l'existence d'une mare en 2011, due probablement à l'existence de conditions plus humides, ainsi que l'apparition de l'aérodrome de Linguère.

Figure 21 - Carte d'occupation des terres de 2010. Observatoire du Ferlo ; sous territoire de Ouarkhokh - Sénégal



Le tableau 18, dont les valeurs sont extraites des cartes précédentes, montre que les changements entre 2005 et 2011 surviennent surtout au niveau des superficies, notamment au niveau des zones agricoles. En effet, certaines classes qui, en 2005, étaient couvertes de jachères, sont mises en culture ; la superficie de ces dernières augmentant d'environ 3%. Pour les deux dates étudiées, les mêmes tendances sont observées dans l'occupation et l'utilisation de l'espace, à savoir une forte emprise agricole sur près de la moitié de la superficie du site (39,61% en 2005, 38,74% en 2010). Les cultures ont légèrement augmenté en 2010 (27,22%), alors qu'elles occupaient 24,45% en 2005 et ce, au détriment de la jachère essentiellement. Si la tendance à l'augmentation des mises en culture semble persister, elle est cependant très faible entre les deux périodes. On observe :

- l'augmentation des plantations forestières du fait surtout de l'extension des périmètres de reboisement vers le Sud notamment au niveau des localités de Gorée et des plantations d'enrichissement de la forêt régionale ;
- l'augmentation des mares notamment du fait de l'aménagement d'une partie d'entre elles (Mare de Mbaye, Peterki, Ndadane....) ;
- l'installation de nouveaux forages comme celui de Gorée et l'extension de la zone d'emprise de l'aérodrome de Linguère qui est maintenant clôturée ;
- que les formations arborées et arborées arbustives, très importantes dans la régulation des apports nutritifs pour le bétail en période de soudure, voient leur superficie diminuer de quelques dizaines d'hectares (Tableau 19) pour la première période, ce qui n'est pas significatif, et de quelques centaines d'hectares pour la seconde, ce qui est plus important ;
- que les espèces structurelles sont les mêmes entre 2005 et 2010 au niveau des stations quoique globalement, et qu'une assez bonne régénération est notée au niveau des zones mises en jachère (*Balanites aegyptiaca* et *Acacia tortilis*),
- que la formation herbacée, par contre, ne change pratiquement ni de surface ni d'espèce dominante.

Tableau 18 - Evolution des types physionomiques entre 2005 et 2010

Types physionomiques	2005		2010	
	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%
Aérodrome de Linguère			100	0,14
Forêt relictuelle	50	0,06	860	1,18
Habitat rural	290	0,37	350	0,48
Jachère	11740	15,16	8400	11,52
Mare		0,00	110	0,15
Plantation	800	1,03	1730	2,37
Steppe arborée	2020	2,61	1840	2,52
Steppe arborée arbustive	16690	21,55	14670	20,12
Steppe arbustive	11050	14,27	9550	13,10
Steppe arbustive dégradée	1490	1,92	1610	2,21
Steppe arbustive arborée	8570	11,07	8050	11,04
Steppe herbacée	570	0,74	570	0,78
Ville de Linguère	340	0,44	340	0,47
Zone de culture	18930	24,45	19850	27,22
Zone dénude	3860	4,99	3860	5,29
Zone dénudée de vallée	110	0,14	920	1,26
Zone dénudée à affleurement cuirassé	920	1,19	110	0,15

Les pluies étant plus conséquentes, les rendements ont augmenté, diminuant la course aux défrichements et allégeant, par là même, la pression sur les parcours et les milieux boisés. D'ailleurs, c'est cette même pluviométrie favorable qui expliquerait la disparition du *Calotropis procera*, plante considérée comme indicatrice de la dégradation. L'espace boisé, jouant un rôle clé dans les périodes de soudure, après avoir subi une dégradation prononcée avant 2005, la subit toujours entre 2005 et 2011, mais elle est assez faible ; les différences entre les deux périodes étant ténues. En outre, la récolte de gomme arabique et de fourrage ligneux dépend des ressources forestières qui constituent un élément important dans la stabilité du système.

La tendance déjà observée est que les paysages sahéliens, dont la vocation était essentiellement pastorale, deviennent peu à peu des terres de cultures quelquefois marginales

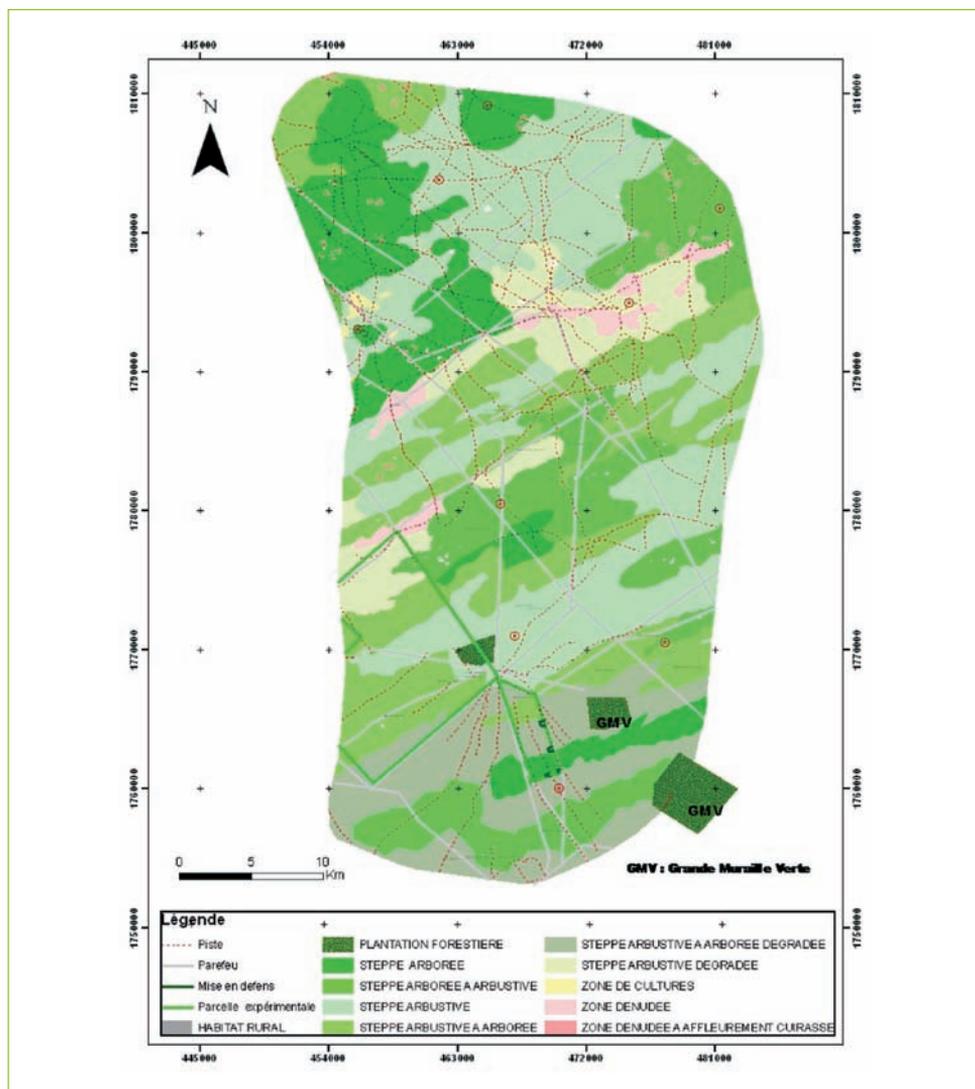
Le sous territoire Ferlo Nord (widou thiengoly - souilene)

Les indicateurs se rapportant à ce sous territoire n'apparaissent pas dans le rapport du CSE. L'information sur la COT et son évolution est très succincte. La végétation du sous territoire Nord est globalement composée de :

- au Nord, d'une steppe arbustive basse à principalement *Boscia senegalensis* et *Calotropis procera* au nord, et d'une pseudo-steppe arborée à *Acacia tortilis* non loin de Souilène;
- au Centre, d'une pseudo-steppe arbustive, arbustive à arborée peuplée de *Balanites aegyptiaca*, *Acacia tortilis* et *Boscia senegalensis*, des bosquets au niveau des mares asséchées ou bas-fonds ainsi que des inter-dunes de *Adansonia digitata*, *Grewia bicolor*, *Myragina inermis* et *Ziziphus mauritiana*.
- au Sud, la pseudo steppe tend à être plus dense avec toutefois les mêmes espèces citées pour le centre auxquelles il convient d'ajouter *Sclerocarya birrea* assez abondant dans la zone et *Combretum glutinosum*.
- les espèces herbacées rencontrées sont principalement *Schoenefeldia gracilis*, *Cenchrus biflorus*, *Aristida mutabilis*, *Eragrostis tremula*, *Zornia glochidiata*, *Alysicarpus ovalifolius*.

Les classes de végétation répertoriées pour cet espace sont reprises dans la cartographie de l'occupation des terres. Seule une esquisse de réactualisation a été faite en ajoutant certaines réalisations remarquables non loin de Widou, telles que les plantations forestières dans le cadre de la Grande Muraille Verte, ainsi que la mise en place de parcelles maraîchères et arboricoles. Les anciennes classes de végétation notées en 2005 n'ont pas varié. La carte ci-dessous (figure 22) donne un aperçu de quelques changements pris en compte.

Figure 22 - Les changements constatés dans l'occupation des terres à Widou en 2010 - Sénégal



6.3.1.2- Au Niger

L'observatoire de Torodi Tondikandia, Niger

L'interprétation des données satellitales de 1975 et 2005 (Tableau 19, figure 23) fait ressortir une régression des formations naturelles. Une perte des ressources forestières pourrait être imputable aux impacts des coopératives et marchés ruraux de bois et à l'avancée du front agricole dans la zone.

L'évolution la plus remarquable est celle ayant trait à l'espace agricole qui passe du quart de la superficie totale en 1975, à près des deux tiers en 2002. Cette augmentation se fait au détriment des formations boisées, essentiellement des brousses tigrées qui perdent près des deux tiers de leur superficie initiale et les forêts galeries qui perdent environ le cinquième de leur aire d'origine.

Tableau 19 - Evolution des unités d'occupations des sols entre 1975 et 2002 dans la commune de Torodi - Niger

Unités d'occupations des sols	1975		2005		Evolution des unités en ha 1975-2002	Taux d'évolution 1975-2002
	Ha	%	Ha	%		
Brousse tigrée régulière (btr)	30086	45.73	10171	15.46	-19915	-66
Brousse tigrée dégradée (bt)	12205	18.55	5978	9.09	-6227	51
Cultures pluviales (cp)	16391	24.92	40777	61.99	24386	148
Galerie forestière (gf)	7008	10.65	5453	8.30	-1555	-22
Milieu humain (mh)	94	0.14	261	0.40	167	177
Plateau et cuirasse latéritique (pl)			3144	4.78	-62640	

L'augmentation très nette de la superficie allouée à l'Homme montre que la pression anthropique est très forte. La dégradation aboutit également à l'installation d'un plateau latéritique inexistant en 1975.

La commune de Dantiadou, Niger

La commune (tableau 20, figures 24a et b) montre également un accroissement important de l'espace agricole qui atteignait déjà 35% du total des terres (incluant les jachères) des surfaces cultivées en 1975 et arrive à 60% en 2006, même en excluant les cultures pluviales sous parc arboré qui représentent néanmoins 15% du territoire.

Les jachères doublent, les mises en culture sous parc arboré voient leur superficie augmenter de plus de vingt fois ! Ceci se fait également au détriment des surfaces boisées notamment les brousses tigrées. Ces tendances rejoignent celles observées au Ferlo, mais au Niger le défrichement de l'espace forestier a été véritablement catastrophique notamment pour approvisionner en bois la ville de Niamey. En l'absence de données remontant à 1975 (du moins dans les rapports), nous supposons qu'il en a été probablement de même au Ferlo bien que peut être dans une moindre mesure vu l'éloignement de sites urbains importants. Au Ferlo, entre 2005 et 2001, l'accroissement est très peu significatif, en raison sans doute du laps de temps très court séparant les deux

périodes et d'une période favorable sur le plan climatique. Il est remarquable qu'au Tondikandia, l'évolution des unités d'occupations des sols entre 1975 et 2008 montre exactement les mêmes tendances d'ensemble que dans les deux autres sites.

Figure 23 - Dynamique de l'occupation des terres dans la Commune de Torodi entre 1975 et 2005 - Niger

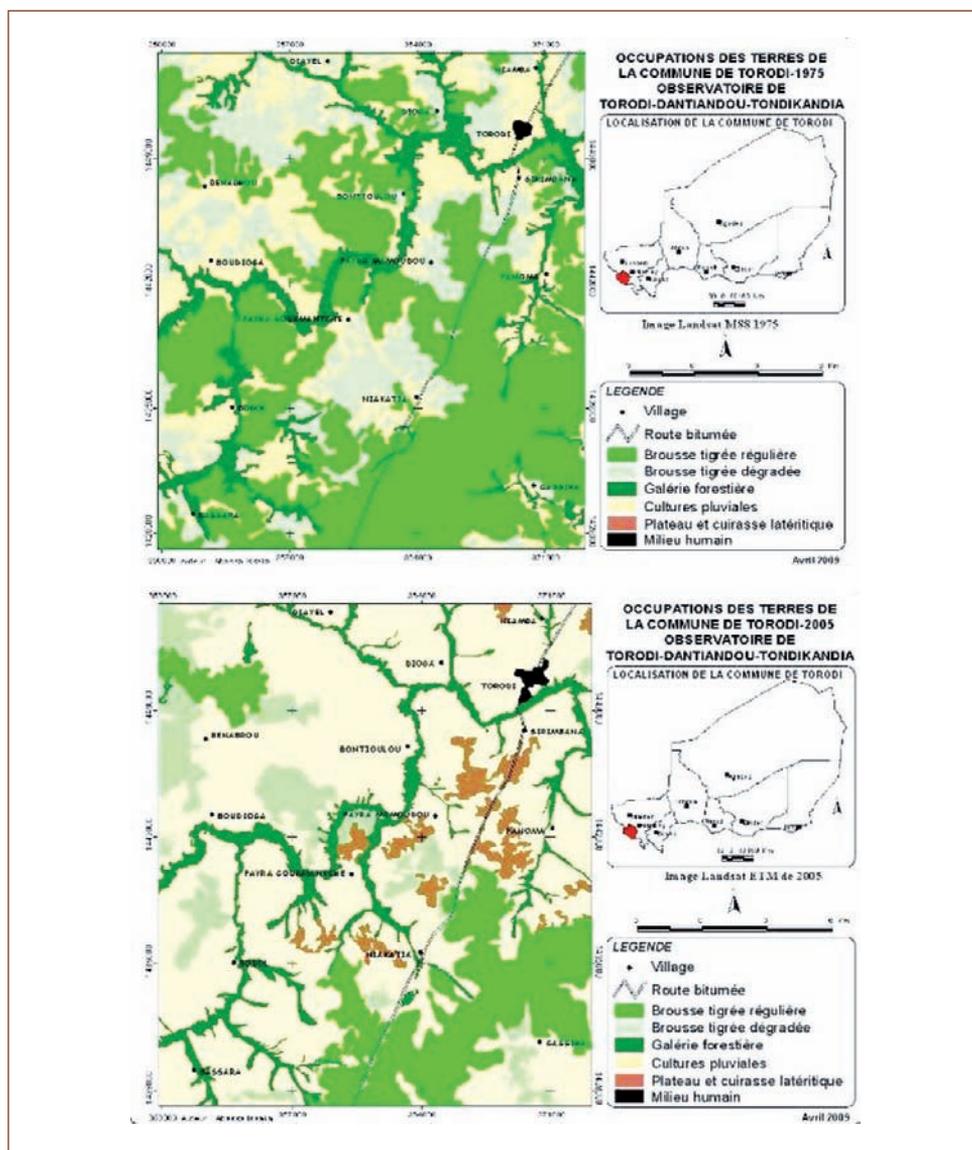


Tableau 20 - Evolution des unités d'occupations des sols entre 1975 et 2006 de la commune de Dantiandou - Niger

Unité d'occupation du sol	1975		2006		Variation en superficie (ha)	Evolution des unités %
	Ha	%	Ha	%		
Brousse tigrée régulière (btr)	18936	23.83	7839	9.87	-11097	-58,60
Cultures pluviales sous parc arboré (cpsa)	429	0.54	11724	14.75	11295	2632,87
Jachères (ja)	10677	13.4	21132	26.6	10455	97,92
Habitations (ha)	25	0.03	363	0.46	338	
Brousse tigrée dégradée (btd)	32328	40.69	10536	13.26	-21792	-67,41
Fourrés de talwegs (fou)	45	0.06	682	0.86	638	1415,56
Mare (ma)	12	0.01	27	0.04	16	125,00
Cultures pluviales stricto sensu (cp)	17003	21.3 9	27139	34.1 6	10136	59,61

Figure 24a - Dynamique de l'occupation des terres dans la Commune de Dantiandou en 1975 - Niger

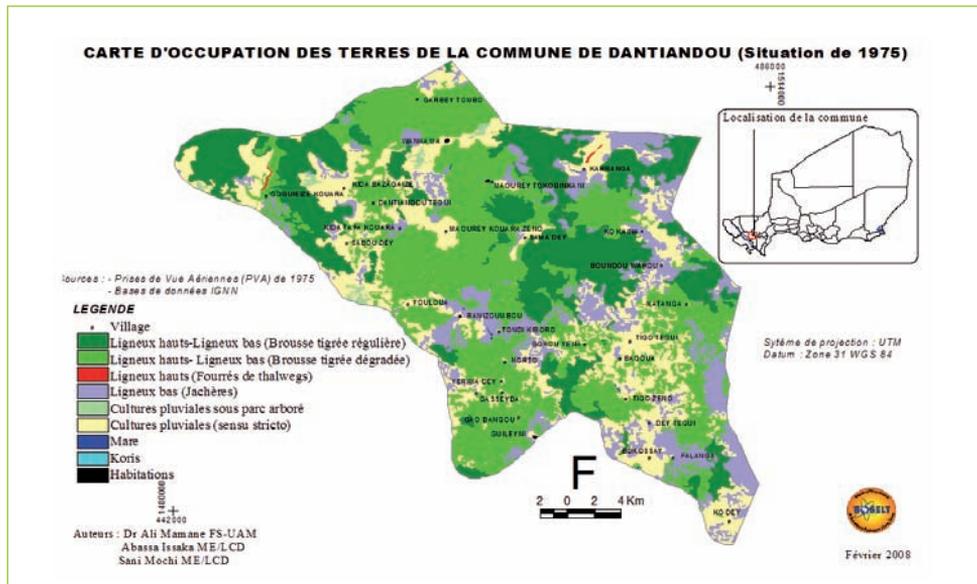
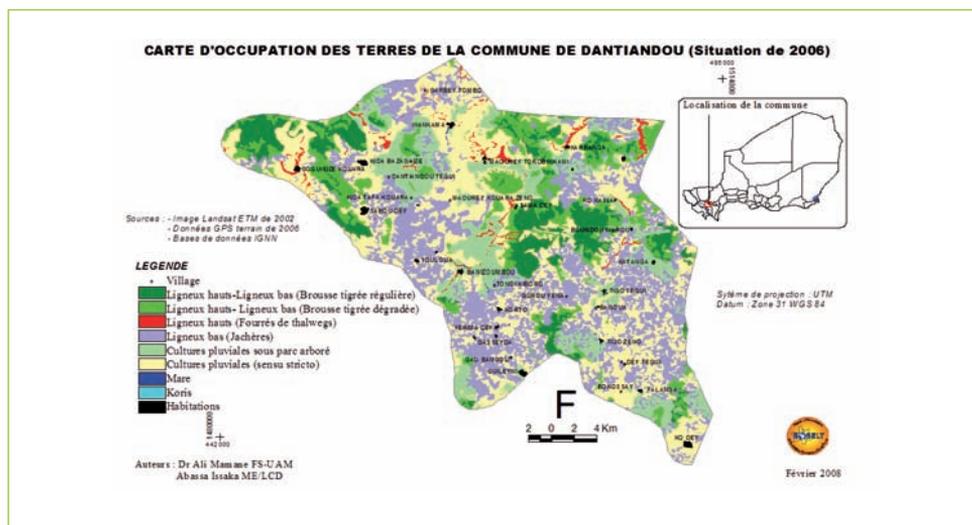


Figure 24b - Dynamique de l'occupation des terres dans la Commune de Dantiadou en 2006 - Niger



Dans les nouveaux observatoires

Des données anciennes sont fournies pour montrer l'évolution de l'occupation des sols (tableaux 21, 22 et 23).

Dans l'observatoire de *Diffa* (tableau 21), l'étude de la dynamique de l'occupation des terres montre un accroissement important des dunes mouvantes qui a provoqué une régression des savanes arbustives, gomméraires et forêts ripicoles, des pertes des parcours pastoraux et une dégradation des cuvettes.

Tableau 21 : Evolution de l'occupation des sols entre 1975 et 2006 à Soroa (observatoire de Diffa) - Niger

Unités d'occupations des sols	1975 (ha)		2006 (ha)		Evolution des unités en ha entre 1975-2006	Taux d'évolution 1975-2006
	Ha	%	Ha	%		
Cultures pluviales (cp)	39714	13.23	22897	7.63	-16817	-5.6
Cultures maraichères (cs)	447	0.15	261	0.09	-186	-0.06
Cuvette (cv)	31959	10.65	31128	10.37	-831	-0.28
Dune vive (dn)	47130	15.71	86389	28.79	39259	13.08
Lit mineur de la Komadougou (Km)	2392	0.8	2392	0.8	0	0
Savane arbustive (sa)	58676	19.56	20552	6.85	-38124	-12.71
Savane herbeuse (sh)	119705	40	136404	45.46	16699	5.57

Dans l'observatoire de *Zinder* (tableau 22), on note un important processus d'ensablement des terres agropastorales. La mise en culture des sols dunaires qui les prédisposent à l'érosion éolienne et à la forte pression pastorale sont les principales causes de l'amplification de ce phénomène. Les problèmes écologiques dans cet observatoire sont relatifs à la dégradation des ressources naturelles à travers les problèmes de désertification et d'ensablement, la régression des superficies couvertes par les gomméraires, les pertes des parcours pastoraux et la dégradation des cuvettes.

Dans l'observatoire de *l'Azawak*, les tendances vont également à l'extension des superficies cultivées aux dépens des parcours (tableau 23). En effet, on observe une forte extension des superficies dédiées à l'agriculture pluviale (+25%) et une régression de l'enclave pastorale (26%).

Tableau 22 - Etat et évolution des ressources naturelles et de l'ensablement entre 1975, 1986 et 2005 dans le département de Gouré (PLECO, 2005) Observatoire de Zinder - Niger

Unités d'occupation des sols	1975		1986		2005	
	Superficie (ha)	(%)	Superficie (ha)	(%)	Superficie (ha)	(%)
Dunes vives coalisées	0	0	10053	0,77	25774	1,9706
Dunes vives isolées	0	0	0	0	4255	0,3253
Végétation phréatophile de palmiers	17503	1,32	13559	1,04	18979	1,4511
Steppe arborée à <i>Acacia radiana</i>	3272	0,25	2534	0,19	73949	5,6539
Steppe arbustive à <i>Leptadenia pyrotechnica</i> et <i>Calotropis procera</i>	743983	55,90	1093502	83,61	658498	50,3470
Steppe arbustive dégradée	392490	29,49	5517	0,42	837	0,0640
Terres agropastorales de vallées, bas-fonds et cuvettes	53796	4,04	41673	3,19	7156	0,5471
Terres de culture et jachère dunaires	86355	6,49	131140	10,03	471697	36,0647
Plan d'eau et cuvette	25570	1,92	1991	0,15	1601	0,1224
Culture pluviale de bas fonds	0	0	0	0	37223	2,8460
Collines	7949	0,6	7949	0,6	7949	0,6
Total	1330918	100	1307918	100	1307918	100

Tableau 23 - Evolution des unités d'occupation des sols entre 1975 et 2002 de la mare de Tabalak - Observatoire de l'Azawak - Niger

Unités d'occupations des sols	1975 (ha)		2008 (ha)		Evolution des Unités en ha entre 1975- 2002	Taux d'évolution 1975-2002
	Ha	%	Ha	%		
Cultures pluviales (cp)	26624	33	46351	58	19727	25
Cultures maraichères (cs)	5534	7	4928	6	-606	-0.76
Dune vive (dn)	93	0.12	296	0.37	203	0.25
Enclave pastorale (ep)	27852	35	6623	8	-21229	-26
Galerie forestière (gf)	805	1	541	0.67	-264	-0.33
Koris (kr)	903	1	3141	4	2238	3
Plan d'eau (ma)	1154	1	995	1	-159	-0.20
Milieu humain (mh)	161	0.2	363	0.45	202	0.25
Zone de plateau (pl)	16939	21	16927	21	-12	-0.01

6.3.1.3- Au Mali

Les rapports du Mali montrent incontestablement un travail de terrain considérable. Ils souffrent néanmoins de deux lacunes: l'absence d'une période de référence ancienne et l'absence de données de 2011, comme c'est d'ailleurs le cas pour les autres observatoires de l'Afrique de l'Ouest qui présentent des données situées le plus souvent entre 2000 et 2006. Les années d'échantillonnage portent sur les années 2002-2005. Une enquête socio-économique sur l'observatoire de Bamba fournit, paradoxalement des informations intéressantes sur la végétation. Ainsi, répondant à un questionnaire, l'une des premières observations que les autochtones font est relative à la disparition de la végétation pérenne (cram-cram ; *Cenchrus ciliaris*), à l'avancée des dunes ainsi que le tarissement des fleuves qui sont effectivement des phénomènes qui surviennent à long terme. La diminution du cheptel et l'ensablement des champs sont des conséquences du phénomène de désertification qui semble être mû comme partout ailleurs par la combinaison d'un déficit des pluies très important et d'une croissance démographique soutenue.

Le tableau 24 rapporte l'évolution des superficies de ces unités d'occupation des terres entre 1955 et 1975 dans la région de Bamba. Les données rapportées dans le tableau montrent une dynamique de toutes les unités cartographiées. Les replats dunaires occupent plus de 50% de la zone d'étude. Cette unité a connu une augmentation de superficie de l'ordre de 1,72% entre 1955 et 1975.

A l'issue de ces résultats sur l'évolution de l'occupation des terres, il faut retenir que dans l'observatoire de Bourem, les unités d'occupation ont connu une évolution significative dans le temps et dans l'espace. Elle se manifeste par une dégradation considérable des ressources naturelles (sol et végétation) suite aux effets conjugués de l'Homme et du climat. L'une des manifestations tangible et inquiétante de ce phénomène de dégradation est l'ensablement.

Les observatoires DNSE du Mali (Baoulé, Sikasso et le Delta du Niger) ne présentent pas de cartes d'occupation des terres (COT). Dans ces observatoires très riches en informations, les efforts ont été dirigés surtout vers les définitions des unités paysagères.

Le couvert végétal est une donnée dont il n'a pas été tenu compte dans les COT du Sénégal et du Niger, il semblerait que dans ces observatoires, le recouvrement de la végétation ne soit pas intégré directement dans la carte, à la différence des COT de l'Afrique du Nord.

Tableau 24 : Evolution de la superficie en pourcentage des différentes unités d'occupation dans la commune de Bamba entre 1955 et 1975 - Mali

Unités d'occupation des terres	1955	1975	Evolution
Replats dunaires	60,81	60,04	-0,78
Dunes vives	8,41	11,44	3,03
Plaines inondables	8,32	3,13	-5,19
Dunes stabilisées	17,19	16,73	-0,46
Lit du fleuve	5,21	8,61	3,40
Village	0,05	0,05	0,00
Total	100,00	100,00	0,00

6.3.2- Diversité des biotopes

Dans l'Observatoire du Ferlo Sud au Sénégal (absence de données sur le Ferlo Nord) la valeur de l'indice de Shannon valait 2,9 en 2005 et l'équitabilité était de 0,75. Cette équitabilité, rapport entre la diversité observée et la diversité maximale théorique pour le nombre d'items ou formations, correspondait à une diversité relativement importante traduisant une fragmentation des biotopes (Tableau 25).

En 2010, les valeurs obtenues en 2005 restent pratiquement les mêmes, tant en termes d'indice de Shannon (H) qu'en termes d'équitabilité. Ceci montre qu'il n'existe pas d'évolution majeure entre 2005 et 2010 et que l'écosystème semble se maintenir dans les mêmes conditions. La pression anthropozoïque

semble stationnaire en raison probablement d'une pluviométrie favorable mais aussi et surtout du court laps de temps qui sépare les deux périodes.

Tableau 25 - Indice de diversité des paysages (Shannon) dans le Ferlo entre 2005 et 2010 - Sénégal

Types physiologiques	2005		2010	
	% de superficie = p_i	$p_i \log_2 p_i$	% de superficie = p_i	$p_i \log_2 p_i$
Aérodrome de Linguère			0,00	0,01
Forêt relictuelle	0,00	0,01	0,01	0,08
Habitat rural	0,00	0,03	0,00	0,04
Jachère	0,15	0,41	0,12	0,36
Mare			0,00	0,01
Plantation	0,01	0,07	0,02	0,13
Steppe arborée	0,03	0,14	0,03	0,13
Steppe arborée arbustive	0,22	0,48	0,20	0,47
Steppe arbustive	0,14	0,40	0,13	0,38
Steppe arbustive dégradée	0,02	0,11	0,02	0,12
Steppe arbustive arborée	0,11	0,35	0,11	0,35
Steppe herbacée	0,01	0,05	0,01	0,05
Ville de Linguère	0,00	0,03	0,00	0,04
Zone de culture	0,24	0,50	0,27	0,51
Zone dénudée	0,05	0,22	0,05	0,22
Zone dénudée de vallée	0,00	0,01	0,01	0,08
Zone dénudée à affleurement cuirassé	0,01	0,08	0,00	0,01
	H (Shannon)	2,88		3,00
	Log2 S	3,91		4,00
	Equitabilité	0,74		0,75

Dans l'observatoire de Torodi au Niger, les tendances observées ne sont pas les mêmes qu'au Ferlo, puisque les indices de Shannon sont plus faibles en 2005 qu'en 1975. On peut comprendre que les indices soient systématiquement plus faibles dans les deux périodes au Torodi (Tableau 25) vu que le paysage nigérien est plus aride et plus homogène qu'au Ferlo au Sénégal. Par contre, il

est plus difficile d'expliquer pourquoi l'équitabilité diminue en 2005 alors que la tendance est nettement régressive.

Cela pourrait être dû à l'homogénéisation des paysages par la dégradation ou tout simplement à une simplification de la typologie de la COT qui ne tiendrait pas rigoureusement compte de la combinaison des premières espèces dominantes au sens de Ionesco (1972), ce qui donnerait moins de catégories rencontrées par rapport à la réalité. En tout état de cause, la question reste posée.

Tableau 25 - Indices de diversité des paysages (Shannon) à Torodi au Niger entre 2005 et 2010

Unités d'occupations des sols	1975		2005	
	pi	pi Log2 pi	pi	pi Log2 pi
Brousse tigrée régulière (btr)	0,457345251	-0,51618017	0,15461206	-0,41641284
Brousse tigrée dégradée (bt)	0,185531436	-0,45089045	0,09087316	-0,31442131
Cultures pluviales (cp)	0,24916393	-0,49953204	0,61986197	-0,42769304
Galerie forestière (gf)	0,106530463	-0,34416393	0,0828925	-0,2978008
Milieu humain (mh)	0,001428919	-0,01350451	0,00396753	-0,03165114
Plateau, cuirasse latéritique (pl)			0,04779278	-0,20966995
H		-1,82427109		-1,69764908
log2 N		2,32192809		2,5849625
Equitabilité		-0,7856708		-0,65674031

6.3.3- Evolution des phytomasses et des CEP (RUE)

Dans l'Observatoire du Ferlo au Sénégal, comme pour les recouvrements, il n'a pas été possible d'obtenir le détail des valeurs de biomasse en 2011 au Sénégal, ce qui est regrettable, car les renseignements s'y rapportant existaient en 2005. En termes de résultats, l'évaluation de la biomasse herbacée et de la biomasse ligneuse ont été obtenues par station. Le tableau 26 synthétise les résultats obtenus lors de la campagne de collecte de données en octobre et novembre 2005. Les unités d'échantillonnage n'étant pas renseignées sur le plan physiognomique, l'interprétation n'est plus possible.

Tableau 26 - Situation récapitulative des données de biomasse dans le Ferlo en 2005 - Sénégal

Stations	Biomasse herbacée (Kg MS/ha)	Biomasse ligneuse tot (Kg MS/ha)	Bio LH (Kg MS/ha)	Bio LB(Kg MS/ha) (régénération comprise)	Production foliaire (Kg MS/ha)	EQ. Carbone	Remarques
SS 6	2293,8	6767,5	6757,9	9,6	220,0	3045,4	Pas LB, Régénération considérée
SS 5	1630,6	7052,8	6348,6	704,2	26,8	3173,7	1 LB
SS 13	2975,8	3956,7	3927,2	29,5	68,6	1780,5	2 LB + 1 reg
SS 1	0	183895,9.	183788,8	107,1	2384,9	82753,5	Régénération + 1LB
SS 8	364,5	1481,1	1438,0	43,1	42,2	666,5	
SS 10	2671,6	4068,1	3748,6	120,6	21,8	1830,7	
SS 3	1673,1	8501,3	8014,6	486,7	22,2	382,5	
SS 16	2237,7	4309,9	4129,1	180,8	23,7	1939,4	
SS 9	347,1	16723,3	16694,5	28,9	106,3	7525,5	

Dans les observatoires du Niger, les phytomasses consignées dans le rapport (Tableau 27) se limitent à la jachère avec des intitulés ou items non explicités dans le texte également.

Tableau 27 - Evolution de la phytomasse au Niger (g/m²)

g/m ²	Mali 1	Mali 2	Hama	Chef 1	Chef 2	Chef 3
2001	1316	2097	2689	2704	3056	2858
2002	807	1131	1667	949	1504	1181
2003	827	1223	1669	1863	3471	2186
2004	786	1223	1669	1863	3471	2186

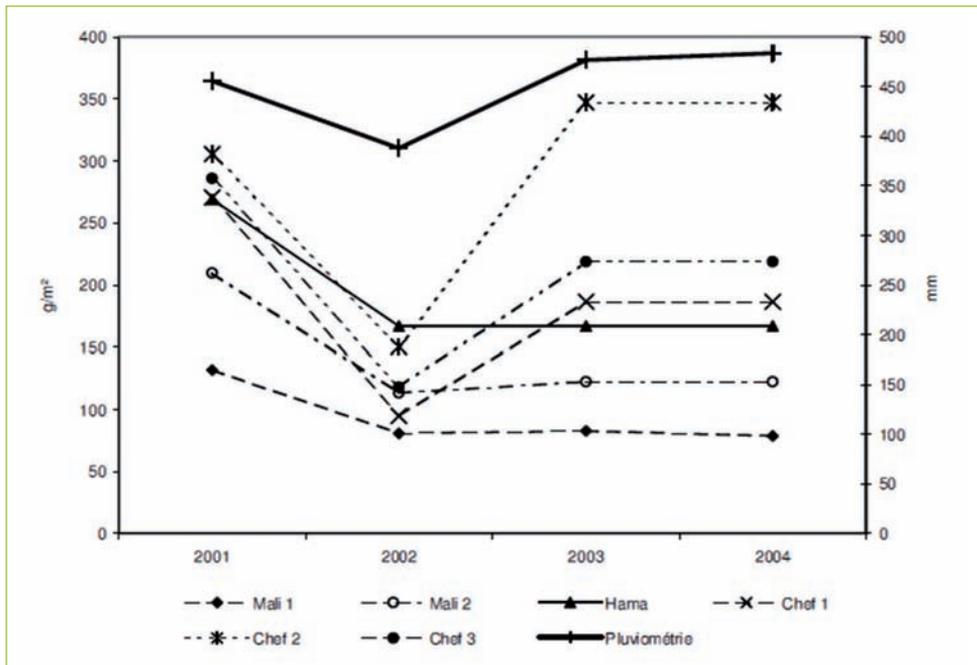
Il en ressort que la jachère la plus productive est celle de Chef 2 avec des biomasses relativement importantes, mais ces informations restent insuffisantes pour faire des phytomasses un indicateur utilisable dans le cas présent.

La figure 25 est très intéressante, car elle montre que la pluviométrie est assez bien corrélée à la biomasse.

Les formations des jachères ont une productivité appréciable (DELABRE, 1995). En effet, après une période de mise en culture de 10 ans, on note un abandon de durée variable selon les pressions foncières. Dans la réalité, après abandon en milieu paysan, aucune stratégie particulière n'est prise pour protéger les

peuplements des coupes et du bétail. A ce propos, Catinot, cité par Bagnoud (1995), souligne que la «productivité des savanes aménagées et protégées des feux durant les 3 ans qui suivent leur régénération s'échelonne selon les stations et la pluviosité, de 1 à 1,5m³/ha/an en zone sahélo-soudanienne (400 – 800 mm/an), de 2 à 3 m³/ha/an en zone soudano – guinéenne (800 – 1200 mm) et de 3 à 3,3 m³/an en zone guinéenne (1200 – 1600 mm/an)». Pour les savanes non protégées, ces productivités peuvent facilement être réduites de moitié. Les résultats trouvés par ROSELT/OSS Niger sont en accord avec ces valeurs (CLEMMENT, 1982). D'après le rapport du Niger, les stations sont caractérisées par une mise en défens permanente qui n'exclut cependant pas des coupes clandestines parce que non éloignées du village. Ces prélèvements, même s'ils sont négligeables, pourraient avoir une influence sur les populations de certaines espèces devenues déjà rares dans le terroir. La mise en culture permanente place également les stations en perpétuel remaniement accompagné de suppression fréquente de la régénération potentielle du milieu (Floret et al, 2001).

Figure 25 - Évolution de la productivité herbacée des stations en fonction de la pluviométrie



Les espèces n'ayant pas de semenciers finiront par disparaître si elles ne comportent pas de mécanismes de dispersion efficaces. Ainsi ces espèces, qu'on peut qualifier de peu résilientes, ne persistent pas dans les stations et

sont graduellement éliminées au profit de *Guiera senegalensis* (Seghieri et al., 2005). Dans ces conditions, c'est surtout cette dernière qui, en plus de la régénération séminale, adopte aussi le drageonnage et le marcottage (Seghieri et Simier, 2002 ; Bellefontaine, 1997).

L'efficacité de ces méthodes varie suivant la position topographique qui conditionne la valorisation des eaux de pluie (Seghieri et Galle, 1999). La productivité est significative sur les stations pour lesquelles les ressources en eau sont meilleures. En effet, en zone sahélienne, ce sont ces ressources en eau qui constituent le principal facteur limitant de la croissance des végétaux.

Lorsque les états de surface ne limitent pas l'infiltration des eaux de pluie, la croissance des tiges est significative. Par contre, les croûtes de battance limitent considérablement les possibilités d'infiltration (Ambouta, 1995 ; Casenave et Valentin, 1991). Il en résulte une limitation de la croissance des tiges et dans certains cas, leur mortalité. Un travail de la surface du sol favoriserait cette infiltration.

La Stratégie Energie Domestique (SED) a élaboré des schémas directeurs d'approvisionnement en bois énergie pour les principales villes du Niger. Jusqu'à une date récente, l'essentiel des prélèvements s'effectuait sur les formations naturelles. Mais compte tenu de la régression de celles-ci, de plus en plus de prélèvements sont opérés sur les jachères et les parcs agroforestiers. Les résultats obtenus pour ce terroir, situé à 75 km de Niamey, permettent d'apprécier le rôle que peuvent jouer les jachères dans l'approvisionnement en bois énergie de la ville de Niamey, surtout que les superficies couvertes par les jachères prennent le pas sur celles des formations naturelles (Loireau, 1998). La détermination des quotas d'exploitation, jusqu'à une date récente, axée sur les formations naturelles (Ichaou, 1997 ; Montagne, 1997 ; Bertrand, 1995) doit nécessairement prendre en compte la production dans les jachères dès qu'on note une demande croissante en bois énergie. Le rajeunissement des jachères leur conférerait une plus grande productivité en bois que les écosystèmes forestiers classiques.

6.4- Etat de la biodiversité

6.4.1- Dans les observatoires ROSELT/OSS

Parmi les rapports reçus, les observatoires suivants : Ferlo au Sénégal, Torodi Tondikandia au Niger et Bourem au Mali, n'ont pas actualisé les données de biodiversité analysées en 2005.

6.4.2- Dans les observatoires DNSE de l'Afrique de l'Ouest

Au Sénégal, dans l'observatoire DNSE de la communauté rurale de Darou Khoudoss, 7 faciès ont été identifiés : la savane arbustive à arborée, le parc arboré, la steppe arborée, la steppe arbustive, les formations relictuelles des

vallées et dépressions, les plantations et les zones de maraîchage (Niayes). Une liste floristique spécifique à chaque type de faciès a été donnée.

Le Niger a retenu 4 nouveaux observatoires qui eux même se divisent en 8 sites d'observation. L'état de référence de tous ces sites a été réalisé en 2011 et l'ensemble des indicateurs de la biodiversité ont été pris en considération.

Le tableau 29 présente une moyenne des indicateurs calculés pour ces observatoires (Nombre total des espèces, des indices de diversité α , β , indice de Shannon et matrice de similarité). Le calcul des spectres biogéographiques et biologiques a également été effectué pour quelques sites (tableau 30).

Au Mali, l'observatoire de Bourem, situé dans la zone sahélienne, compte un nombre de 52 espèces dont 42 herbacées et 10 espèces ligneuses (2005). Les unités paysagères sont marquées par la présence des espèces ligneuses, principalement *Acacia raddiana* et *Balanites aegyptiaca* et d'autres unités paysagères marquées par la présence *Mauritia crassifolia* et *Leptadenia pyrotechnica* ; on trouve par ailleurs les espèces herbacées comme *Citrullus colocynthus*, *Boerhavia repens*, *Panicum turgidum* et *Aristida mutabilis*.

Cet observatoire n'a bénéficié que de 5 ans d'observations sur le plan de la biodiversité. Le taux de changement marque néanmoins une perte importante de la biodiversité, représentée sur la figure 26. L'actualisation des données aurait été intéressante dans ce cas.

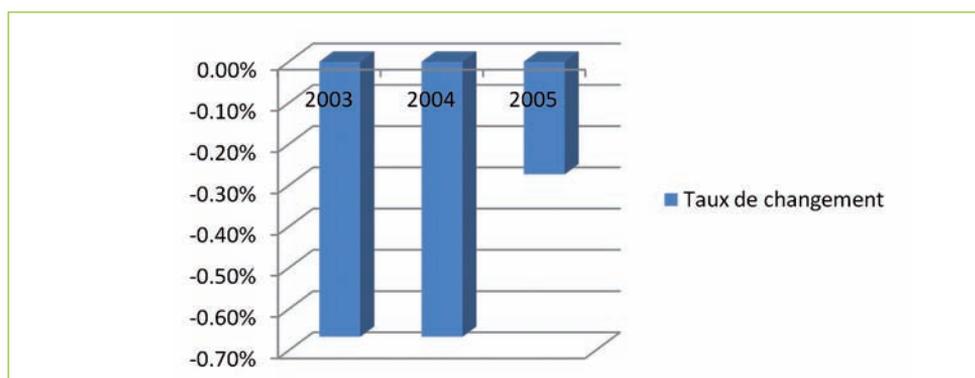
Tableau 29 - Synthèse des indicateurs de la biodiversité dans les observatoires DNSE du Niger

	Communes	Nombre moyen d'espèces	Diversité α
Diffa	Mainé Soroa	30	1,57
	Goudoumaria	12	2,075
Zinder	Tesker	8	1,75
	Gouré	16	2,7
	Dan Barto	38	2,835
	Matameye	14	2,17
Falmey-Gaya	Tanda	358	2,91
Azawak		41	2,36

Tableau 30 - Types Biologiques dans 4 sites DNSE Niger

Type Biologique	Gouré	Falmey – Gaya	Dan Barto	Matameye
Thérophytes	69,6%	48%	71,71%	78%
Phanérophytes	13,7%	31%	20,39%	14,2%
Chaméphytes	5,5%	2%	1,98%	5,2%
Hémicryptophytes	5,6%	2,2%	1,98%	1,3%
Géophytes	5,6%	5,6%	3,94%	1,3%
Hydrophytes	-	9%	100%	-
Hélophytes	-	2,2%	-	-

Figure 26 - Taux de changement du nombre total des espèces dans l'observatoire de Bourem - Mali



Au Burkina Faso, de nombreux auteurs ont réalisé des inventaires floristiques. La flore compte plus d'un millier d'espèces qui se répartissent en 2 sous-ensembles majeurs. L'un appartient à la flore sèche saharienne et sahélienne, l'autre à la flore soudanienne mésophile.

- Au niveau de la réserve de Biosphère de la Mare aux Hippopotames, l'inventaire floristique fait ressortir 191 espèces réparties entre 136 genres et 52 familles.
- Au niveau de la région de la Mare d'Oursi, la flore comprend près de 400 espèces dont 107 espèces végétales aquatiques et semi-aquatiques.

7- ÉCOLOGIE - VÉGÉTATION - OCCUPATION DES TERRES DANS L'OBSERVATOIRE DU KENYA

7.1- Les conditions climatiques

Dans l'observatoire du Kiboko-Kibwezi au Kenya, les conditions climatiques sont influencées par la topographie et les conditions physio géographiques en général. La pluviosité est du type bimodal dans les 12 sites de l'observatoire. Il a été observé des périodes récurrentes de sécheresse qui ont eu un impact désastreux sur les populations et leurs activités agropastorales.

Le suivi dans le temps de ces cycles de sécheresse a permis de mettre en place des indicateurs de détection précoce de sécheresse biologiques (production de fruits ou de fleurs de certains arbres...) ou physiques (durée des pluies...) qui sont utilisés par les communautés pour leur permettre, lorsqu'elles sont menacées par des risques de sécheresse, d'agir à temps et d'une façon appropriée afin de réduire les dégâts écologiques et économiques.

Au Kenya, l'observatoire fait face à des ressources en eau très faibles en raison des faibles précipitations, des pollutions permanentes causées par l'homme et ses animaux et de la mauvaise gestion de la ressource. Un suivi régulier et la recherche d'options de gestion durable des ressources en eau sont préconisés dans cet observatoire.

7.2- Les changements physonomiques

La végétation de l'observatoire Kiboko–Kibwezi occupe plusieurs bioclimats s'étageant en altitude, de l'aride au subhumide. Une carte de l'occupation des terres a été réalisée en 2000 (fig. 27). Elle montre que la formation dominante est celle à brousse ouverte basse (21%) ainsi que les cultures pluviales (20%). Une large proportion est également occupée par la végétation ligneuse ouverte à fermée (12.09%) (savane arbustive et arborée).

La figure 27 représente l'évolution de l'occupation des terres dans le site de Kibwezi de l'observatoire. Les courbes montrent une augmentation des surfaces cultivées, ce qui peut être attribué à la croissance démographique dans le secteur. Cette extension des cultures s'est faite aux dépens des terres de parcours. Les surfaces forestières diminuent également mais de manière moins perceptible.

Figure 27 - Carte de l'occupation des terres de Kiboko-Kibwezi - Kenya

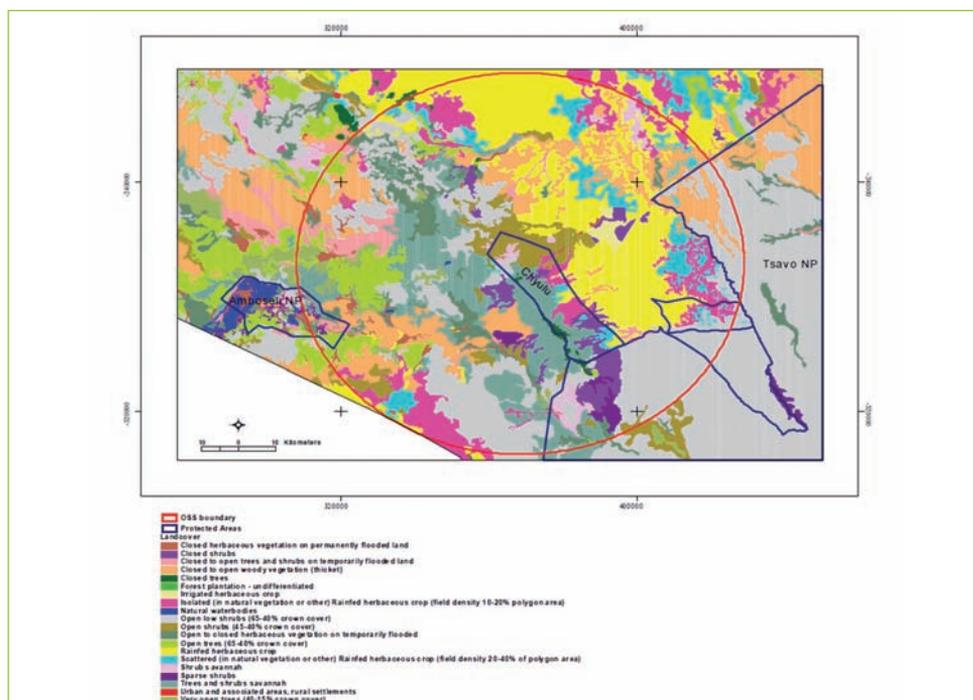
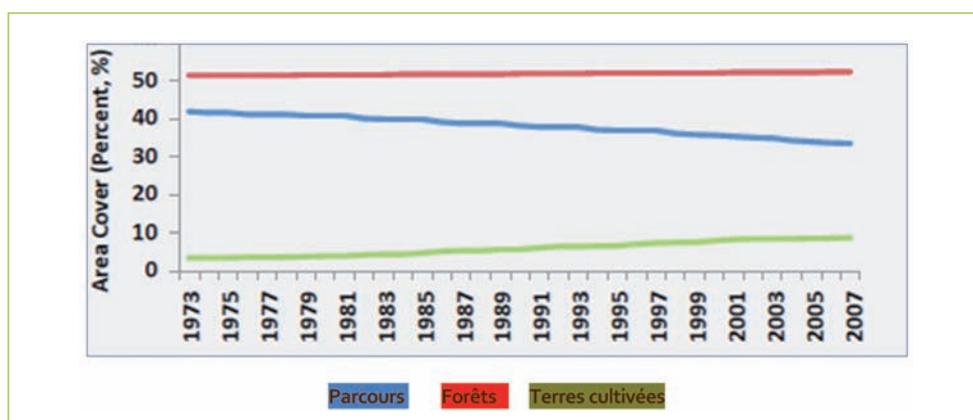


Figure 28 - Evolution de l'occupation des sols



7.3- La biodiversité

Dans l'observatoire Kiboko-Kibwezi du Kenya et dans les deux sites d'observation, les listes des espèces présentes selon leur degré d'abondance ou de rareté et en fonction des différentes zones agro-écologiques, ont été établies sans aucun calcul des indicateurs de biodiversité préalablement établis.

8- DISCUSSIONS

Au terme de ce travail, les résultats qui ressortent à travers les analyses des indicateurs écologiques, de la COT et de la biodiversité, montrent des tendances diverses sur plusieurs plans.

8.1- Sur le plan du climat et des ressources en eau

A l'échelle régionale, les Observatoires ROSELT/OSS et DNSE de l'OSS sont répartis sur une grande gamme de climats : le bioclimat méditerranéen : aride, semi-aride, subhumide et humide pour les observatoires du Nord de l'Afrique et le bioclimat tropical, soudano-sahélien, sahélien typique et le sahélo-saharien pour les observatoires d'Afrique de l'Est et de l'Ouest.

Ces conditions bioclimatiques diversifiées reflètent la diversité et les conditions agro-écologiques des écosystèmes de la sous-région et de la région.

La plupart des observatoires, qu'ils soient dans le bioclimat méditerranéen ou tropical, ont pour point commun une grande variabilité interannuelle des pluies, le coefficient de variation est de l'ordre de 30 à 60% à l'échelle de la région.

Deux tendances sont révélées par les analyses climatiques des différents rapports :

- la diminution de la pluviosité dans la quasi-totalité des observatoires,
- l'augmentation des températures.

Cette tendance au réchauffement climatique a provoqué des changements importants qui méritent de faire l'objet d'études plus approfondies :

- un glissement dans les sous étages bioclimatiques en Afrique du Nord (phénomène qui fait l'objet d'études pour confirmer sa généralisation),
- un glissement des isohyètes dans les observatoires de l'Afrique occidentale, tant à l'échelle locale (la station d'observation) qu'à l'échelle de la sous région sahélienne.

Il n'y a pas eu de véritables analyses des tendances des ressources en eaux dans les différents observatoires, cependant à la lecture des rapports on peut faire les constatations suivantes :

- les niveaux des ressources en eau sont variables dans la région. En Afrique du Nord, les réseaux hydrographiques et les ressources en eau sont faibles, mais les réserves d'eau souterraines non renouvelables localisées au niveau du Sahara septentrional sont très importantes. En Afrique soudano sahélienne le réseau hydrographique est peu dense et structuré en grands bassins fluviaux.

- A l'échelle régionale, les sécheresses prolongées et la croissance démographique entraînent une récession des eaux de surface et la plupart des pays ont recours à l'extraction des eaux souterraines, cette ressource est menacée par une pression anthropique élevée (prélèvements excessifs, pollutions...).

8.2- Les indicateurs de la COT et de la végétation

Les données analysées montrent deux phases principales :

- Entre 1975 et 2000, des changements survenus sont très importants sur le plan de la végétation.
- Le premier élément de changement à signaler est le bouleversement complet des écosystèmes, avec la disparition de formations climaciques comme celles à *Stipa tenacissima*, *Artemisia herba alba* et *Annarhinum brevifolium* en Afrique du Nord ; alors qu'au Sahel, les disparitions de formations sont plutôt rares. Par contre, on note l'apparition de nouvelles formations qui s'ajoutent aux premières espèces dominantes, traduisant une dynamique de dégradation. En Afrique du Nord, apparaissent des formations dites de dégradation, présentant par exemple comme première espèce dominante *Atractylis serratuloides*, *Noaea mucronata*, *Astragalus armatus*. Au Sahel, les mêmes observations sont établies, avec des formations présentant comme espèces dominantes *Guiera senegalensis*, *Calotropis procera* ou *Combretum*.
- Le deuxième élément est le changement en termes d'occupation des terres. Les changements majeurs ont trait à l'extension des terres agricoles qui passent par la destruction des formations à base d'espèces pérennes, qu'elles soient herbacées ou ligneuses, sauf dans l'observatoire du Sud oranais où les cultures restent encore marginales. Dans les formations encore en place, on note une baisse du recouvrement des pérennes considérées comme l'élément structurant de l'écosystème (Van Andel et al., 1991 ; Huston, 1994).

Entre 2000 et 2011, en Afrique du nord, la dégradation semble être stoppée. Il en serait de même en Afrique de l'Ouest avec l'observatoire du Ferlo qui est le seul à fournir des données de 2011. Il semble même y avoir l'entame au niveau de l'observatoire du Sud oranais et à un degré moindre au niveau du Ferlo qui offrent les données les plus complètes et surtout les plus homogènes, du réseau d'un reverdissement, qui est illustré par tous les indicateurs utilisés, tant au niveau de l'occupation des terres, du recouvrement de végétation, des phytomasses ou des CEP (ou RUE).

Le reverdissement a été abondamment commenté par un certain courant essentiellement anglo-saxon dont les auteurs, se basant sur les images satellitaires, assurent ne trouver aucune évidence d'une dégradation extensive au Sahel (Hellden 1984, 1991 ; Prince et al. 1998 ; Tucker et Nicholson 1999,

Rasmussen et al. 2001). Des études récentes soulignent le reverdissement non seulement au Sahel, mais étendent leurs conclusions, toujours à partir d'observations d'images satellites, au monde entier (Anyamba and Tucker 2005 ; Olsson et al 2005 ; Hellden 2008 ; Hellden and Tottrup 2008 ; Olsson et al 2005). Thomas, en 1993, va plus loin et publie un ouvrage au titre provocateur «Sandstorm in a teacup, tempête dans un verre d'eau», raillant et tournant en dérision les promoteurs de la désertification. Pourtant les récentes famines au Sahel ne tendent pas à asseoir cette thèse d'une remontée biologique («Greening up»).

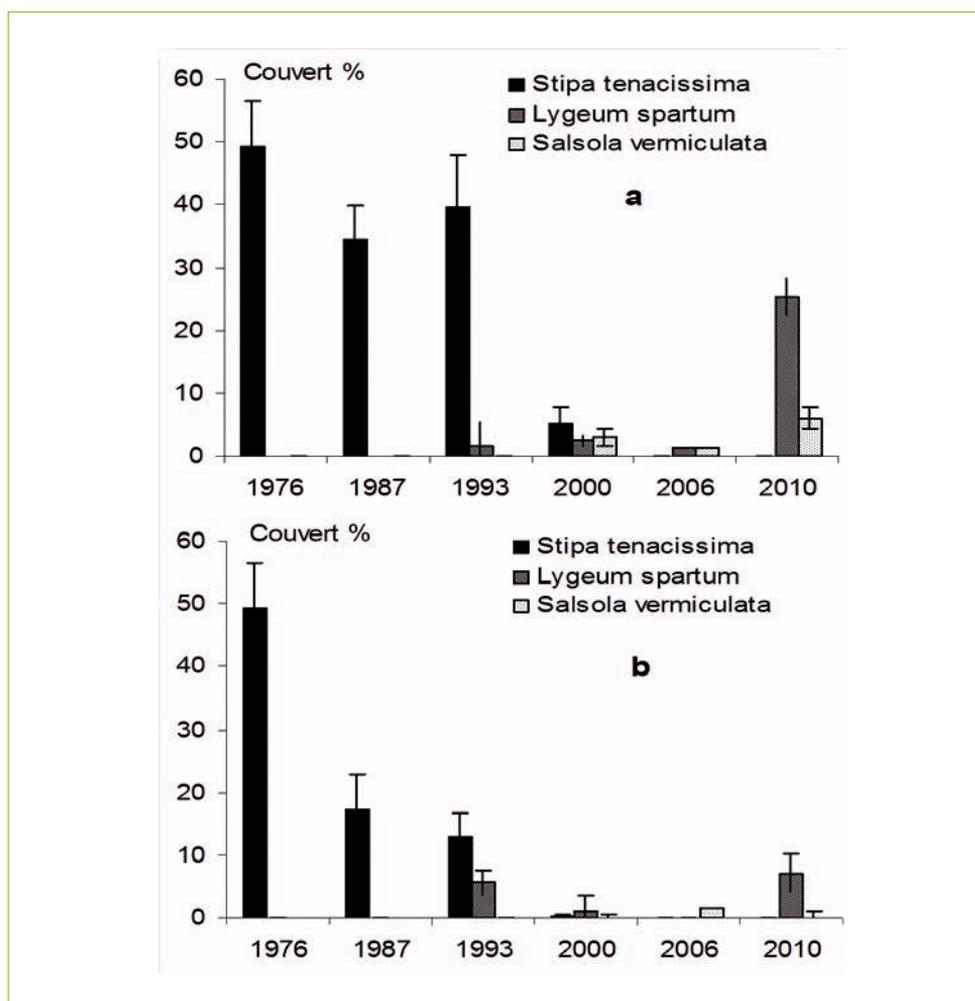
L'équipe ROSELT/OSS Algérie a repris les mêmes images et la même démarche méthodologique que les auteurs précités ci-dessus. Elle a étudié l'évolution de la végétation pendant la saison sèche et humide dans les principaux écosystèmes africains. Il en découle que les résultats corroborent ceux obtenus par les auteurs anglo-saxons tout en les nuancent. En effet, si l'on tient compte de la bonne saison, la tendance d'ensemble montre bien un reverdissement des régions tropicales en automne (bien qu'en réalité les deux mois de septembre et d'octobre dont il a été tenu compte ici, ne représentent que la moitié du JASO, période pluvieuse) et des régions méditerranéennes (Nord Africaines) au printemps. Mais l'inverse est aussi vrai, c'est-à-dire qu'en mauvaise saison, l'automne pour l'Afrique du Nord et le printemps pour l'Afrique Occidentale, les tendances au reverdissement sont beaucoup moins perceptibles.

Les résultats obtenus au sein des observatoires du réseau ROSELT/OSS montrent clairement que le reverdissement n'est pas synonyme d'une véritable remontée biologique dont la finalité serait la restauration des écosystèmes préexistants. Aujourd'hui, les concepts en dynamique écologique, utilisés dans les zones arides Nord-africaines ont changé et les modèles presque déterministes et linéaires ont longtemps appliqué la notion de séquence ou de série dynamique, évoluant vers un stade ultime d'équilibre : le climax. Ils ne sont plus d'actualité (Slimani, 2011).

Selon ces conceptions classiques, la restauration d'une ancienne steppe d'alfa, là où cette espèce aurait disparu, devrait faire réapparaître le même système écologique doté de la même physionomie. Ces modèles déterministes ne sont plus d'actualité et sont nuancés par des évolutions chaotiques avec des trajectoires qui ne préparent à aucune séquence prédéfinie. Les écosystèmes à alfa, dans le Sud oranais et en Tunisie, ont subi une dégradation très prononcée et ont tendance à disparaître dans les glacis du Sud oranais, l'alfa ne grainant qu'en milieu forestier et jamais en milieu steppique où elle ne se propage que par voie végétative. Le seuil de résilience a été dépassé et nous avons aujourd'hui, l'émergence de nouveaux écosystèmes, avec l'apparition de nouvelles formations d'une moindre efficacité biotique (figure 30, Aidoud et al, 2011), caractérisées par de plus faibles productions de biomasse.

L'observatoire est caractérisé par la présence de plus en plus d'espèces inalibiles ou non appréciées et surtout d'une plus grande irrégularité dans la disponibilité des ressources. Par ailleurs, en 2001, en Afrique du Nord, ce sont toujours les formations indiquant une dynamique de dégradation qui dominent, plus nettement en Algérie, plus difficilement perceptibles en Tunisie ou l'intrication de l'espace pastoral et agricole rend la diagnose phytoécologique de plus en plus ardue.

Figure 29 - Changement du couvert végétal des principales espèces pérennes dans la steppe d'alfa. (a : parcelle mise en défens ; b : terrain pâturé (Aidoud et al, 2011)) - Sud oranais



Les Coefficients d'Efficacité de la pluviosité (CEP ou RUE), --dérivant d'un concept abondamment et peut être abusivement utilisé pour déceler une désertification (Le Houérou, 1984)-- montrent, quand ils ont pu être calculés, que les CEP sont encore très faibles et qu'il n'y absolument aucune raison de parler d'une remontée biologique stricto sensu. Il s'agit plutôt, comme l'ont bien montré Aidoud et Touffet (1996) dans le Sud oranais, d'une succession plus ou moins cyclique des biomasses, se surimposant sur une courbe à tendance générale régressive. A cet effet, nous serions actuellement dans une phase positive du cycle correspondant à une période de «rémission» due à une pluviométrie favorable, bien que la tendance d'ensemble soit toujours celle d'une dynamique régressive.

La même tendance semble être observée au niveau du Sahel, bien que peu de pays - hormis le Sénégal - aient réellement des données de 2011. Il n'en demeure pas moins que les données entre 1975 et 2005 sont largement observables dans certains pays comme le Niger qui présente la particularité d'avoir des données anciennes dans la plupart de ses observatoires, ce qui renforce son intérêt.

Ces données anciennes permettent de mieux percevoir la tendance des fluctuations cycliques et conjecturales comme par exemple l'extension de l'espace agricole au détriment de l'espace sylvoicole. La régression de forêts implique une plus grande irrégularité dans la disponibilité des ressources et une plus grande vulnérabilité en période de soudure, extrêmement pénible en année sèche. D'ailleurs, les famines surviennent presque toujours en période de soudure, d'où l'importance quasi vitale du couvert forestier et ligneux, même s'il n'est pas dominant dans le paysage.

8.3- Biodiversité

Comme l'occupation des terres, c'est un paramètre très intéressant pour l'évaluation de l'état des écosystèmes. La surveillance environnementale, à travers les récoltes de données à des pas de temps réguliers, est nécessaire au calcul des indicateurs qui permettent d'établir les tendances de la biodiversité dans les différents observatoires.

Durant la dernière collecte des données, les données relatives à la biodiversité n'ont pas été restituées dans tous les rapports. Ceci peut s'expliquer car ce sont en général des listes d'espèces plus ou moins longues qui ne sont généralement pas intégrées dans les rapports liminaires mais plutôt dans les annexes. Malheureusement, certains rapports n'ont pas joint le listing exhaustif des annexes afin de permettre d'établir des synthèses fiables. Il est regrettable que des données, quand elles existent, ne puissent pas être récupérées et mises à profit. L'analyse de la biodiversité n'a pas été appréhendée dans tous les pays. Il n'en demeure pas moins que les rares observatoires qui ont

restitué les détails nécessaires ont permis d'étudier l'évolution des indicateurs, qui fait d'ailleurs ressortir des tendances intéressantes. En particulier dans les observatoires d'Afrique du Nord, il est remarquable que les résultats ayant trait à la biodiversité recourent ceux obtenus au niveau de la COT et montrent de ce fait un léger reverdissement, qui n'est cependant en aucun cas un arrêt de la désertification, mais plutôt une courte période de rémission dans un processus général de dégradation.

Un long suivi de la biodiversité présente des intérêts importants : écologique, socioéconomique et plus particulièrement scientifique. Il permet de faire la part de l'action des changements climatiques et celle des actions anthropiques sur la végétation.

8.4- Les observatoires DNSE

Certains observatoires ont été récemment labellisés dans le cadre du Dispositif National du Suivi Environnemental «DNSE». Ils se répartissent aussi bien en Afrique du Nord qu'en Afrique de l'Ouest, essentiellement sahélienne. Ils viennent en appui pour renforcer le réseau ROSELT/OSS qui s'étoffe dans le temps. Cependant, ces observatoires n'ont pas forcément les mêmes parcours scientifiques. En effet, la plupart sont récents et l'année 2011 constitue pour eux l'année de référence ou t0. En réalité, très souvent, l'année de départ n'est pas 2011 mais des années antérieures remontant jusqu'à 2002. En outre, de même que pour les anciens observatoires, les indicateurs devant être traités ne ressortent pas dans les rapports. Hormis la carte de l'occupation des terres, les indicateurs comme le recouvrement global de la végétation, la phytomasse ne ressortent pas toujours dans les rapports ou, s'ils sont mentionnés, ne s'appliquent pas systématiquement à l'ensemble des formations végétales inventoriées.

Dans ces nouveaux observatoires DNSE, il est également nécessaire de réaliser une évaluation de l'état de la biodiversité en prenant en considération les indicateurs de la biodiversité prédéfinis dans la synthèse sous régionale ROSELT/OSS 2005. Ces observations permettraient de constituer des états de références sur lesquels on se basera pour une comparaison ultérieure et un suivi à long terme de ces observatoires.

Si les indicateurs d'états montrent des changements, c'est sous l'effet de la pression anthropique. Ces indicateurs de pression seront certainement décrits dans le rapport socio économique. Or, si les différents rapports montrent dans l'ensemble - tant en Afrique du Nord, qu'en Afrique de l'Ouest - que la pluviosité est plus abondante ces dernières années, ils montrent également que le cheptel, principal facteur de dégradation ne cesse de croître dans l'ensemble des observatoires.

En définitive, si les facteurs ayant prélué à la désertification sont toujours en place, rien ne permet de prévoir à long terme, dans l'état actuel des choses, un

arrêt ou une remontée biologique, comme le laisseraient penser les résultats de la période 2000- 2011 qui ne représenteraient en définitive qu'une période d'accalmie dans le processus de désertification essentiellement due aux pluies bénéfiques mais aussi à un laps de temps assez court qui ne permet pas de bien percevoir l'évolution.

9- RECOMMANDATIONS ET PERSPECTIVES

Le présent rapport de synthèse a montré que le réseau ROSELT/OSS est un important acquis qui valorise et pérennise les observations écologiques, entamées depuis près de 40 ans. Des tendances se font jour et montrent globalement deux périodes assez distinctes.

La première période va globalement de 1978 jusqu'en 2000, durant laquelle le déficit pluviométrique et une action anthropique excessive ont donné lieu à une tendance régressive dans les différents écosystèmes allant par endroit jusqu'au stade ultime, la désertification.

La même tendance est observée tant au niveau sous régional que régional; l'accroissement de l'agriculture se fait au détriment des formations originelles pérennes telles que l'alfa (*Stipa tenacissima*) en Afrique du Nord et les brousses tigrées au Sahel.

Les autres indicateurs comme les recouvrements de la végétation, les phytomasses et les CEP convergent et donnent les mêmes résultats. Entre les deux dates, la phytomasse chute - de même que la pluie -, induisant une efficacité biotique moindre.

La seconde période va de 2001 à 2011. Durant cette période, l'ensemble des indicateurs ne montrent aucune tendance nette, car les formations ne changent pas de nature, ni ne varient beaucoup en termes de superficie. Mais l'emprise agricole sur les terres demeure certes moins prononcée que durant la première période, mais elle est toujours présente. Les phytomasses, les recouvrements de la végétation et les CEP montrent des valeurs très proches de 2001, voire même une légère augmentation. Même court, le laps de temps séparant les deux dates est suffisamment important pour être significatif.

Ces résultats tout à fait intéressants, sont à rapprocher avec ceux enregistrés suivant l'approche «remote sensing» par laquelle la plupart des auteurs concluent à un reverdissement.

Cependant, les résultats de la surveillance environnementale montrent que ce reverdissement est passager, de faible amplitude et suffisamment lent pour qu'il soit difficile de parler de restauration. Dans le cas de l'alfa en Afrique du Nord ou de la dénudation des sols menant à des cuirasses latéritiques dans le Sahel, la désertification semble être un processus irréversible. La différence entre les deux courants de pensée tient au fait que les études en télédétection font l'économie d'un travail de terrain, ou, s'il existe, qui est circonscrit dans le temps avec des campagnes ponctuelles. Par contre, les résultats fournis par ROSELT/OSS sont autrement plus conséquents puisqu'ils se basent sur les observations in situ et sur une période qui n'est pas loin d'atteindre, pour certains d'entre eux, le demi siècle. Le constat de l'état de la végétation avec

des variables d'état, a montré que la pression sur les parcours ne fléchissait pas et qu'à l'avenir il y aurait à craindre que la désertification soit encore plus drastique car elle élimine en premier les facteurs régulateurs des écosystèmes à savoir les espèces pérennes qui sont la panacée en périodes de soudure, pendant lesquelles se déroulent l'essentiel des famines.

Le suivi des changements écologiques à long terme s'avère être une activité de recherche, action qu'il faut étendre et généraliser à l'ensemble des écosystèmes de la région.

Les observatoires constituent aujourd'hui une plate forme incomparable pour suivre in situ les changements du milieu et de la végétation et pour préciser l'état des lieux, surtout vis-à-vis de la controverse qui agite aujourd'hui la communauté scientifique des partisans d'une désertification toujours en cours en Afrique contre ceux qui promeuvent l'idée d'un reverdissement corollaire d'une remontée biologique. Des thématiques de recherche très intéressantes pourraient être développées pour mieux appréhender les différents concepts qui sont développés, aujourd'hui, en écologie et apporter les précisions nécessaires pour leur acceptation par la communauté scientifique. Ces différentes activités auraient des répercussions très importantes en termes de financement auprès des instances internationales et des bailleurs de fonds.

La pérennisation et l'extension du Suivi Environnemental contribueraient à améliorer la gestion et la gouvernance des ressources naturelles à travers l'élaboration d'indicateurs qui ont pu être validés par une approche scientifique normalisée.

Cependant, les différents rapports qui ont servi à cette synthèse présentent des lacunes qui pourraient disparaître après certaines recommandations.

Les lacunes

- Les rapports présentent des résultats assez disparates d'un observatoire à l'autre et d'une sous région à l'autre. En effet, après l'effort consenti dans la première phase de ROSELT/OSS pour harmoniser et normaliser les méthodologies nécessaires au suivi environnemental, il est regrettable que tous les observatoires ne répondent pas au cahier des charges à savoir renseigner au moins le kit minimum de données.
- Beaucoup de travail a été entrepris in situ et il est indispensable que celui-ci ressorte au niveau des rapports qui ne sont pas rédigés selon une nomenclature standardisée. Des confusions existent encore entre une carte de l'occupation des terres et une carte de l'utilisation des terres (ou des sols).
- Des phytomasses sont données sans être exhaustives pour l'ensemble des formations présentes, ce qui ne permet pas de suivre toujours la tendance. La diversité paysagère est très rarement calculée et il a fallu que ce travail soit réalisé par l'équipe rédactionnelle des synthèses.

- Les indicateurs de la biodiversité n'ont pas été pris en charge par la majorité des observatoires. Les listes floristiques n'ont pas été actualisées alors que les indicateurs qu'on pourrait en tirer ont une grande importance dans l'évolution d'un écosystème.
- Il y a une confusion entre les dates de récolte de données et les dates qui ressortent dans les rapports, en effet, beaucoup de rapports 2011 semblent être des rapports de 2008 voire 2006 ou 2005, quelque peu réactualisés

Les recommandations

Certaines recommandations sont nécessaires pour qu'à l'avenir, les observatoires- quelle que soit la zone d'étude- puissent fonctionner d'une manière harmonisée.

- Une coordination sous régionale et régionale est nécessaire pour asseoir une démarche scientifique, l'absence de coordination s'étant fait ressentir lors de cette dernière campagne de récolte de données. Pour une meilleure efficacité, il serait souhaitable que la coordination puisse suivre le travail en amont et en aval, présenter avant l'entame des sorties, un canevas pour saisir les données, veiller à maintenir la rigueur méthodologique pendant le déroulement des travaux, et le cas échéant, vérifier a posteriori que les observatoires ont complètement et correctement renseigné le canevas pour remettre les informations sous forme normalisée, le canevas à remplir étant évidemment distinct du rapport standard.
- Il est important de veiller à ce que les données soient réactualisées dans le même temps et avec le même pas de temps, pour l'ensemble des observatoires, de façon à ce que les rapports soient réellement actualisés.
- Le tableau récapitulatif, donné en annexe, serait un modèle dont il est possible de tenir compte ultérieurement afin que le futur travail de synthèse rentabilise au mieux les données existantes. Ce tableau est en sorte un «tableau de bord», donnant les principaux indicateurs traités dans le rapport avec les remarques y afférentes afin que la coordination puisse se rapprocher des responsables d'observatoires pour préciser et éventuellement demander un complément d'informations concernant les données manquantes dans les rapports qui existent sans doute mais qui, synthétisées ou omises, ne sont pas toujours restituées.
- Un forum de discussion, via internet, serait un cadre intéressant à créer pour les partenaires ROSELT/OSS qui pourraient partager leurs expériences, poser leurs problèmes de récoltes de données ou d'interprétation ou de validation des résultats,
- Une revue scientifique ROSELT/OSS/DNSE avec un Comité scientifique pourrait servir de courroie de transmission de résultats des travaux effectués dans le cadre de la surveillance environnementale aux échelles nationales, sous-régionales et régionales.

BIBLIOGRAPHIE

- Aidoud A., 1989.**- Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques pâturés. Hautes Plaines Algéro oranaises (Algérie), Th. doct. es. Sci. , Univ. Sci. Tech. H. Boumediène. 240p. + ann.
- Aidoud, A., & Touffet, J. (1996).** - La régression de l'alfa, (*Stipa tenacissima* L.), graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes algériennes. *Sécheresse*, 7, 187–193.
- Aidoud A, Slimani H, RoZe F. 2011.**- La surveillance à long terme des écosystèmes arides méditerranéens : quels enseignements pour la restauration ? Cas d'une steppe d'alfa (*Stipa tenacissima* L.) en Algérie. *Ecologia Mediterranea*, 37 (2),
- Ambouta K.J.M., Valentin C. & Laverdière M.R., 1996.** - Jachères et croûtes d'érosion au Sahel. 7 (4): 269-275.
- Anyamba A & Tucker C. J. (2005).** - Analysis of Sahelian vegetation dynamics using NOAAVHRR NDVI data from 1981–2003. *Journal of Arid Environments*, 63,596–614.
- Auclair L. & Picouet M., 1994.** - Dynamique démographique et utilisation des ressources : le cas de la Tunisie rurale. *C.R. Acad. Agric. FR.*, n° 8, pp. 133-148.
- Auclair L. & Sghaier Zaafouri M., 1996.**- La sédentarisation des nomades dans le Sud tunisien : comportements énergétiques et désertification. *Sécheresse* n° 1, vol. 7 : 17-24.
- Auclair L., Chaize-Auclair M., Delaitre E. & Sandron F., 1996.**- Dynamique sociale et désertification : le cas de Menzel Habib dans le Sud tunisien. Séminaire inter. «Acquis et perspectives pour un développement durable des zones arides», Jerba, 5-7 décembre, 8 p.
- Auclair L., Chaize-Auclair M., Delaitre E. & Simonneaux V., 1999.**- Mutations foncières et désertification dans le Sud tunisien : le cas de Menzel Habib. Symposium «Jardin planétaire», Chambéry, 2 p.
- Baudry, J. & Burel, F., 1999.** - Ecologie du paysage. Concepts, méthodes et applications. Tec. et Doc, Paris, 359 pp.
- Bellefontaine R., 1997.** Synthèse des espèces des domaines sahélien et soudanien qui se multiplient naturellement par voie végétative, pp. 95-104. In : Actes de l'Atelier «Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens», Niamey, nov. 1995 (J.M. d'Herbès, J.M.K. Ambouta, R. Peltier Eds.), Orstom – Cirad - Min. Agr. Niamey. Ed. John Libbey Eurotext, Paris, 274 p.
- Ben Jemaa M. L., Nouri M., Mnara S., Selmi H., Othmani M., 2006.**- Caractérisation du dépérissement de chêne liège dans la subéraie de Bellif (Nord-Ouest de la Tunisie), annales de l'INRGREF, Numéro spécial, Tome 1. 13 p.

- Casenave A. & Valentin C., 1990.** - Les états de surface de la zone sahélienne : influence sur l'infiltration. Paris - ORSTOM. (Collections Didactiques), 280 p.
- C.R.B.T. 1978.** - Rapport phytoécologique et pastoral sur les hautes plaines steppiques de la wilaya de Saida., CRBT, Alger, 256 p.
- Damman G. 2004.** - Recherche d'indicateurs de désertification par analyse comparative de quelques observatoires ROSELT/OSS. Collection scientifique ROSELT/OSS, Contribution Technique (CT) n° 9, Montpellier, 42 p.
- Dicko M.S., Djitèye M.A. & Sangaré M., 2006.** Les systèmes de production animale au Sahel. Sécheresse.17(1), 83-97.
- Delabre E. 1998-** Caractérisation et évolution d'écosystèmes anthropisés sahéliens: les milieux post-culturels du Sud-ouest nigérien. Ph.D. thesis, Université P. & M. Curie, Paris VI, Paris.
- Escadafal R. & Mégier J.,1998.** CAMELEO, a concerted research effort to develop validated desertification monitoring techniques in Northern Africa. Proc. Intern. Symp. «Satellite-based observation : a tool for the study of the Mediterranean basin», CNES, Toulouse.
- Fétoui M., 2011,** Évaluer et suivre la désertification en zones arides tunisiennes pour accompagner l'aide à la décision : dynamiques interactives «Climat-Homme-Espace-Ressource» via les paysages, thèse de Doctorat de Géographie, Université Paul-Valéry.
- Floret C. & Pontanier R., 1982.-** L'aridité en Tunisie présaharienne : climat, sol, végétation et aménagement. Travaux et documents de l'ORSTOM n°150, CNRS, Paris (France), 544 p.
- Floret C., Le Floc'h E. & Pontanier R., 1992.** Perturbations anthropiques et aridification en zone présaharienne. Didactiques ; édition ORSTOM, pp. 449-463.
- Forman, R. T. T. (1997).** Land mosaics: the ecology of landscapes and regions. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Forman, R.T.T. & Gordon, M. (1981).** Patches and structural components for a landscape ecology. BioScience, 31: 733-740.
- Groffman, P. M., J. S. Baron, T. Blett, A. J. Gold, I. Goodman, L. H. Gunderson, et al., 2006.** Ecological thresholds: the key to successful environmental management or an important concept with no practical application? Ecosystems.
- Hammouda R. 2009.** - Conception et expérimentation d'un modèle de gestion durable des parcours steppiques (Région steppique d'Aflou). Thèse de magister, USTHB, 142 p.
- Hirche A. 2010.-** Contribution à l'évaluation de l'apport de la télédétection spatiale dans la dynamique des écosystèmes en zones arides : cas du Sud- oranais. Thèse de Doctorat es Sciences, USTHB, 220 p.

- Hanafi, A. & Jauffret S., (2007).** Are long-term vegetation dynamics useful in monitoring and assessing desertification processes in the arid steppe, southern Tunisia. *Journal of Arid Environments* 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, FSHS de Tunis, 104 pages.
- Hanafi, A. 2000.** Cartographie des systèmes écologiques et étude de leur évolution depuis 1978 dans la région de Menzel Habib (Gabès). DEA, FSHS de Tunis, 104 pages.
- Helldén, U. (1984).** Drought impact monitoring: A re- 1017 mote sensing study of desertification in Kordofan, Su- 1018 dan. *Lunds Universitets. Naturgeografiska Institution, 1019 Rapporteroch Notiser Nr vol. 61.*
- Helldén, U. (1991).** Desertification—Time for an assess- 1021 ment? *Ambio, 20(8), 372–383.*
- Helldén, U. (2008).** A coupled human environment model for desertification simulation and Impact studies. *Global and Planetary Change. 64, 158–168.*
- Helldén, U., & Tottrup, C. (2008).** Regional desertification: 1026 A global synthesis. *Global and Planetary Change, 64, 1027 169–176. 1028*
- Hiernaux P. & Le Houerou H.N. 2006.-** Les parcours du Sahel. *Revue Sécheresse ; Vol 17 (1) 51-71.*
- Hirche A. 2010.-** Contribution à l'évaluation de l'apport de la télédétection spatiale dans la dynamique des écosystèmes en zones arides : cas du Sud- oranais. Thèse de Doctorat es Sciences, USTHB, 220 p.
- Ichaou A. 2000.** - Dynamique et productivité des structures forestières contractées des plateaux de l'ouest nigérien. Toulouse : Doctorat de l'Université Paul Sabatier de Toulouse III : Spécialité Ecologie Végétale et Tropicale.
- Ionesco T. & Sauvage CH., 1962** - Les types de végétation du Maroc; essai de nomenclature et de définition. *Rev. Géogr. Maroc ; 1-2, 75-86.*
- Ionesco T., 1972.-** Pastoralisme et désertification, *Sém. Nat. Désertisation Gabes. Inst. Nat. Rech. Agron. Tunis. 10 p.*
- 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. Thèse doc. Univ. de droit, d'économie.
- Jauffret, S., Lavorel, S., 2003.** Are plant functional types relevant to describe degradation in arid, southern Tunisian steppes? *Journal of Vegetation Science* 14, 399–408.
- Kadi Hanifi-Achour, H., (2002).** Diversité biologique et phytogéographique des formations à *Stipa tenacissima* L. de l'Algérie. *Sécheresse. Vol 14. 3:169-179.*
- Le Floc'h E., 2001.** Biodiversité et gestion pastorale en zones arides et semi-arides méditerranéennes du Nord de l'Afrique. *Bocconea* 13 : 223-237.

- Le Houérou H.N. 1969.** La végétation de la Tunisie steppique. Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. Tunis., 42 (5) : 624 p.
- Le Houérou H. N., 1995.** Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. Diversité biologique, développement durable et désertisation. CIHEAM Options Méditerranéennes, Série B, N°10, Montpellier, France, 396 p.
- Le Houérou H.N. 1984.-** Rain Use Efficiency : a unifying concept in arid-land ecology. J. Arid Environ. 7, 213-247.
- Loireau M.** Espaces ressources usages: spatialisation des interactions dynamiques entre les systèmes sociaux et les systèmes écologiques au Sahel nigérien. Ph.D. thesis, Université de Montpellier 3, Montpellier, 1998.
- Mahamane A ; et Jauffret S. 2008.-** Surveillance environnementale à long terme en réseau circum-saharien : SYNTHÈSE AFRIQUE DE L'OUEST» Flore – végétation – occupation des terres « ROSELT/OSS/OSS. Collection Synthèse, OSS, Tunis 75 P.
- McGarigal, K., & Marks, B. J. (1995).** FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen. Tech. Report PNW-GTR-351, USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland.
- Nedjraoui D. 1990.** - Adaptation de l'alfa (*Stipa tenassicima* .L) aux conditions stationnelles. Contribution à l'étude du fonctionnement de l'écosystème steppique. , Thèse d'état. Uni.Sci. Tech. H. Boumediène, Alger.159 p.
- Nouri M 2009 :** Facteurs pédoclimatiques et évolution de la subéraie tunisienne : propriétés physicochimiques et hydrodynamiques des sols dans la forêt de chêne liège, thèse de doctorat, Inat, 203 p.
- OCDE, 2008.-** Indicateurs clés de l'environnement. Direction de l'Environnement de l'OCDE, Paris, France. 38 p.
- OSS 2007 –** Projet pour un programme régional communautaire de lutte contre la désertification dans l'espace Circum-Saharien (CEDAO/CILSS, CEN-SAD, OSS, UMA), 27 p.
- Ouled Belgacem A & al 2006 –** Entre Désertification et Développement : la Jeffara tunisienne. IRD et Cérès Editions, Tunis 351 p.
- Prince, S. D., Brown de Colstoun, E., & Kravitz, L. L. 1143 (1998).** Evidence from rain—Use efficiencies does not indicate extensive Sahelian desertification. Global Change Biology, 4, 359–374.
- Ramsar, 2004.** Delta Intérieur du Niger (Mali). La Convention sur les zones humides. Journée mondiale des zones humides 2004, Mali. [En ligne] : (http://www.ramsar.org/wwd/4/wwd2004_rpt_mali1f.htm).
- Rasmussen, K., Foga, B., & Madsen, J.E.(2001).** Desertification in reverse? Observations from northern Burkina Faso. Global Environmental Change, 11, 271–282.
- Rognon P., 1991.** – Les sécheresses au Sahel replacées dans l'évolution climatique des vingt derniers millénaires. Sécheresse, 2 : 199-210.

- ROSELT/OSS DS4, 2004.** Indicateurs écologiques ROSELT/OSS/OSS. Une première approche méthodologique pour la surveillance de la biodiversité et des changements environnementaux. Collection ROSELT/OSS/OSS, Document Scientifique n°4, Montpellier, 50 p. + annexes.
- ROSELT/OSS, 2004.** Contribution Technique 4 : Application des indicateurs écologiques de la dégradation des terres à l'observatoire de Menzel Habib (TUNISIE).
- ROSELT/OSS 2008.** La surveillance à long terme en réseau circum-saharien : l'expérience ROSELT/OSS. Collection Synthèse, OSS, Tunis, 100 p.
- ROSELT/OSS, 2008.** Synthèse Afrique de l'Ouest «Flore, Végétation, Occupation des terres, Tunis, Août 2008, 75 p.
- Seghieri J, Simier S. 2002.** Variations in phenology of a residual invasive shrub species in Sahelian fallow savannas, south-west Niger. *Journal of Tropical Ecology* 18: 897–912.
- Slimani, H., 2012** Mécanismes de désertification de la steppe des Hautes Plaines d'Algérie : cas de la steppe d'alfa (*Stipa tenacissima* L.), Thèse de Doctorat es Sciences, USTHB, 117 p.
- Slimani, H., Aidoud, A., & Roze, F. (2010).** 30 Years of protection and monitoring of a steppic rangeland undergoing desertification. *Journal of Arid Environments* doi :10.1016/j.
- Tbib A., 1998,** Conséquences de l'utilisation des ressources naturelles sur l'équilibre écologique en milieu aride tunisien : cas de Menzel Habib. Mémoire de DEA d'écologie générale, Faculté des Sciences de Sfax, Tunisie, 89 p + annexes. Ayadi M. 1987. Etude de la nappe phréatique de Ségui el Hamma-Menzel Habib. DGRE, Tunis.
- Wittaker R.H. 1972.-** Evolution and measurements of species diversity. *Taxon*, (21), 213-51.

ANNEXES I

Tableau 1 - Indicateurs traités en fonction des pays (Afrique du Nord)

Pays	Observatoires	Etat de référence/ collecte de données 2005	Etat de référence/ collecte de données 2011	COT	RGV	Phyto- masse	Diversité biotopes	CEP
Tunisie	Menzel Habib	Oui	Oui	+	+	+	+	
	Oueslatia	Non	Oui	+				
	Sidi El Barrak	Non	Oui	+				
Algérie	Hautes plaines Steppiques	Oui	Oui	+	+	+	+	+
Maroc	Agadir	Non	Non					
	Oujda	Non	non					

Tableau 2 - Indicateurs traités en fonction des pays (Afrique de l'Ouest)

Pays	Observatoires	Etat/ de référence/ collecte de données 2005	Etat de référence/ collecte de données 2011	COT	RGV	Phyto-masse	Diversité biotopes	CEP
Kenya	Kiboko-Kibwezi	Oui	Oui	+ (2011 Abs)			+	
Sénégal	Ferlo	Oui	Oui	+		+	+	
	Darou Khoudoss	Non	Oui	+			+	
Niger	Torodi Tondikandiaier.	Oui	Oui	+ (2011 Abs)		+	+	
	Diffa	Non	Oui	+ (2011 Abs)		+	+	
	Zinder	Non	Oui	+ (2011 Abs)		+	+	
	Falmey – Gaya	Non	Oui	+ (2011 Abs)		+	+	
	Azawad	Non	Oui	+ (2011 Abs)		+	+	
Mali	Bourem	Oui	Oui	+ (2002-2006) (2011 Abs)	+	+	+	
	Delta Central du Niger	Non	Oui					
	Mopti	Non	Oui					
	Baoulé	Non	Oui					
	Sikasso	Non	Oui					
Burkina Faso	Observatoire de la Mare aux Hippopotames	Non	Oui	+ 2002-(2011 Abs)				
	La Mare d'Oursi	Non		+ 2002-(2011 Abs)				
Kenya	Kiboko-Kibwezi	Non	Oui					

ANNEXE II

Tableaux de bord des indicateurs à renseigner lors les récoltes de données dans les observatoires.

Les dates mises dans les tableaux sont à titre indicatif, elles varient en fonction des observatoires

Tableau 1 - Superficie par faciès de végétation/ Area

Country = Pays

Observatory = Observatoire

Observatory = Observatoire	Observatory = Observatoire		
faciès = vegetation unit	1978	2005	2011
T1			
T2			
T3			
T4			
T5			
T6			
T7			
T8			
T9			
T10			
T11			
T12			
T13			
T14			
T15			
T16			
T17			
T18			
T19			
Total ou moyenne = Total			
T1 à T 19 = y répertoire toutes les unités apparues entre 1978 et 2011	1978	2005	2011

	Vegetal Formations existing in all periods
	Vegetal Formations existing only in 1978
	Vegetal Formations inventoried from 2005
	Vegetal Formations inventoried from 2011

Tableau 2- Indicateurs de la biodiversité

Country =Pays Observatory=Observatoire	Indicator =Indicateurs faciès= vegetation unit	Perennial (absolute fre-quency or num- ber)			Floristic Richness			α Diversity			Indice H (Shannon)			
		1978	2005	2011	1978	2005	2011	1978	2005	2011	1978	2005	2011	
T1														
T2														
T3														
T4														
T5														
T6														
T7														
T8														
T9														
T10														
T11														
T12														
T13														
T14														
T15														
T16														
T17														
T18														
T19														
Total ou moyenne =														
Total														

Tableau 3 - Land cover maps and patoral maps = Cartes d'occupation des terres et cartes pastorales

Country = Pays

Observatory = Observatoire

Indicator = Indicateurs	Vegetation cover (RGV) %		Cover Pell Gla		cover of litter = Rec Litière		Sand cover = Rec Sable		pebble or gravel cover = Rec Cailloux		Pastoral produc- tion = Pro past UF/ha/an		phytomass (Prod totale) KgMS/ha		Pastoral value			Rain use efficiency				
	1978	2005	1978	2005	1978	2005	1978	2005	1978	2005	1978	2005	1978	2005	2011	1978	2005	2011	1978	2005	2011	
faciès = vegetation unit																						
T1																						
T2																						
T3																						
T4																						
T5																						
T6																						
T7																						
T8																						
T9																						
T10																						
T11																						
T12																						
T13																						
T14																						
T15																						
T16																						
T17																						
T18																						
T19																						
Total ou moyenne = Total																						

Tableau 4 - Rang fréquences

	Diagramme rang-fréquence		
species	1978	2005	2011
	Fréquence (CSI)	Fréquence	Fréquence
Rang1	biggest=plus élevée		
Rang2			
Rang3			
Rang4			
Rang5			
Rang6			
Rang7			
Rang8			
Rang9			
Rang10			
Rang11			
Rang12			
Rang13			
Rang14			
Rang15			
Rang16			
Rang17			
Rang18			
Rang19	lowest=plus basse		

Tableau 5 - Spectre biologique des espèces

	1978	2005	2011
Hémicryptophytes			
géophytes			
phanérophytes			
chaméphytes			
.....(autres catégories)			

Tableau 6 - Spectre phytogéographique

	1978	2005	2011
Méditerranéen			
Saharo-sindien			
Tropical			
de liason			
Endémiques			
Irano-touraniennes			
Européen			
.....(autres catégories)			

RÉSUMÉ

LA SYNTHÈSE RÉGIONALE ÉCOLOGIE

Depuis sa création en 1992, l'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS) a focalisé son intervention sur le développement et la mise en place de systèmes d'observation, d'alerte précoce et de suivi évaluation des programmes d'action environnementaux.

L'Organisation a été précurseur en matière de surveillance écologique à long terme grâce à son réseau ROSELT/OSS. La méthodologie et les outils développés dans ce cadre permettent une évaluation de la vulnérabilité des écosystèmes et des populations de sa zone d'action et de prévoir les risques et les mutations environnementales afin d'en atténuer les impacts.

La présente synthèse régionale «écologie», appuyée par de nombreux documents (cartes, graphiques et données chiffrées pertinents) a été réalisée à partir des résultats de la surveillance environnementale à long terme dans 15 observatoires de la zone circum saharienne. Elle donne un aperçu de leurs caractéristiques biophysiques et décrit l'évolution de leurs états sur la base d'une méthodologie axée sur l'utilisation d'indicateurs développés par l'OSS et ses partenaires.

ISBN : 978-9973-856-75-3



Observatoire du Sahara et du Sahel

Boulevard du leader Yasser Arafat - BP 31, 1080 Tunis, Tunisie
Tél. : +216 71 206 633 • Fax : +216 71 206 636
www.oss-online.org
Email : boc@oss.org.tn

