

Surveillance à long terme des écosystèmes steppiques et suivi de la désertification. Cas de la steppe du Sud Ouest Oranais (Algérie)

D Nedjraoui¹ A Hirche¹A. Boughani, M. Salamani ; A. Bouzenoune ; R. Hourizi L. Omari & H Slimani

1 Laboratoire Ecologie Végétale et Environnement

USTHB BP32 El Alia Bab Ezzouar Alger

dnedjraoui@yahoo.com; a_hirche@yahoo.fr

Résumé

Le suivi de la désertification dans les steppes du Sud Ouest Oranais (Algérie) est basé sur des approches scientifiques qui visent, à travers la surveillance écologique à long terme (plus d'une quarantaine d'années d'observation), à améliorer les connaissances relatives aux changements des systèmes écologiques. Comprendre les différents phénomènes et les mécanismes responsables de ces changements 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 ont 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.

Mots Clés : Ecosystèmes steppiques ; suivi à long terme, changements ; indicateurs, désertification

Abstract

The monitoring of the desertification, in the western Algerian steppes is based on scientific approaches that aim, through a long term ecological monitoring (more than forty years of monitoring), to improve the knowledge related to the changes of the ecological systems. To understand the various phenomena and the mechanisms involved and responsible for these changes will allow constituting reliable and relevant databases on the various compartments of the systems, biotic and abiotic. Processing and analysing of these data will have for purpose to emphasize the biophysics and socio-economic indicators- expression of various constraints and disturbances implied in the release of the process of degradation- to evaluate their impacts, to test them, to validate them and to propose them like tools to the policy and decision makers in charge of combating the desertification and allowing a sustainable development.

Key Words: Steppes; long terme monitoring , change, indicators, desertification

ملخص

متابعة التصحر في السهوب الجزائرية الغربية، تستند على النهج العلمية التي تهدف، من خلال مراقبة البيئة على المدى الطويل (أكثر من أربعين عاما من المتابعة) لتحسين المعارف حول التغيرات الأنظمة البيئية . فهم مختلف الظواهر والميكانيزمات المسؤولة على هذه التغيرات وعلى التصحر سوف يسمح بتشكيل قاعدة المعطيات متوافقة مع مختلف أجزاء الأنظمة البيئية ، الحيوية وغير الحيوية . الهدف من معالجة وتحليل هذه المعطيات هو إبراز المؤشرات الحيوية وغير الحيوية والاجتماعيةاقتصادية التي تعبر عن مختلف الاضطرابات التي تشارك في عملية التدهور البيئي، تقييم تأثير هذه المؤشرات ، الإختبارها والتحقق من صحتها ثم اقتراحها كأدوات لصانعي القرار المعنيين في مكافحة التصحر والتنمية المستدامة

الكلمات الرئيسية : الأنظمة البيئية للسهوب ؛ المراقبة على المدى الطويل ؛ التغيرات؛ المؤشرات ؛ التصحر

¹ Cette publication est une synthèse des travaux de recherche de 2 équipes du laboratoire LEVE :
Equipe D. Nedjraoui : A. Boughani ; A. Bouzenoune ; H. Salamani, N. Adi ; R. Hammouda S.Aissa
Equipe A. Hirche : M ;Salamani ; R. Hourizi ; L. Omari

1 INTRODUCTION

Les steppes algériennes, dont les ressources pastorales constituent la principale source de revenu pour les habitants, connaissent depuis ces dernières décennies une dégradation de plus en plus accentuée de toutes ces composantes (flore, couvert végétal, sol et ses éléments, faune, habitat..). Cette dégradation des terres et la désertification qui en est le stade avancé, se traduisent par la réduction du potentiel biologique et par la rupture des équilibres écologique et socio-économique.

Les steppes du Sud Ouest Oranais ont fait l'objet de nombreux travaux de recherche ont été réalisés sur ces écosystèmes, aussi bien en écologie (Le Houerou et al 1975 ; Djebaili, 1978 ; Achoubi et al 1981 ; Dahmani et Djellouli, 1981 ; Bouzenoune, 1984 ; Djellouli -1990 ; Aidoud 1989, Nedjraoui 1990 ; Aidoud-lounis 1997 ; Kadi Hanifi 1983, 1998, Slimani 1998....) qu'en socio-économie (Boukhobza, 1982 ; Bedrani, 1994...).

Les résultats obtenus par ces études et thèses ont permis labelliser ces steppes et de les intégrer dans le projet CAMELEO² en 1998 (CRSTRA/CAMELEO) puis dans le Réseau d'Observatoires de Suivi Ecologique à Long Terme (ROSELT) en 2001, réseau réunissant les pays d'Afrique du Nord et du Sahel une même problématique : la dégradation des sols. La stratégie de Roselt s'inscrit comme une contribution essentielle à la compréhension des phénomènes de la désertification, en liaison avec la problématique des changements globaux du climat, de la biodiversité et du développement durable. L'intégration à ce réseau pluridisciplinaire a permis d'homogénéiser les méthodes de suivi des écosystèmes et de démontrer que l'accélération de la dégradation des ressources naturelles relève de causes multiples. Elle a permis également et de dégager les indicateurs de dégradation, ceux liés aux activités humaines qui sont, de loin, les plus importantes (surpâturage et défrichement) et ceux liés aux causes naturelles telles que les sécheresses cycliques qui accentuent l'action destructrice de l'homme.

2 METHODOLOGIE

2.1 Situation de l'observatoire

Le territoire de l'observatoire ROSELT/OSS des Steppes des Hautes Plaines du Sud Oranais couvre une superficie qui avoisine 1 548 000 ha. Il est composé d'un ensemble de communes situées sur un gradient nord – sud (fig 1.).

3 Station pilotes, installées par le CRBT en 1974³ et qui ont fait l'objet de nombreuses études et travaux de recherche ont été retenues pour le suivi écologique.

Le site d'El Biodh, localisé dans l'aride supérieur et moyen à hiver frais, Les formations végétales sont de 3 types : Les formations forestières et pré forestières: Elles sont représentées principalement par des matorrals à chêne vert et des steppes arborées à base d'alfa et *Juniperus phoenicea*, occupant les hautes altitudes du Djebel Antar. Les formations steppiques, les plus représentatives de la végétation de la zone d'étude sont formées principalement par les steppes à sparte.

² CAMELEO : Concerted Research Effort To Develop In Northern Africa Validated Desertification Monitoring Techniques .

³ CRBT : Centre de Recherches sur les Ressources Biologiques Terrestres

Le site de Rogassa situé dans le bioclimat est aride supérieur à hiver froid. Le plateau de Rogassa était intégré aux groupements d'alfa pur selon la cartographie et l'analyse des groupements végétaux réalisés dans la région (CRBT, 1978). La belle nappe alfatière de ce site a pratiquement disparu.

Le site de Bordj El May présente un climat est de type méditerranéen aride supérieur à hiver frais à froid avec une moyenne annuelle de pluie de 202 mm/an. Les glacis à armoise blanche dominant toute la zone, on rencontre aussi des petites daïas, alors que le Chott-Ech-Chergui limite la partie méridionale de la zone.

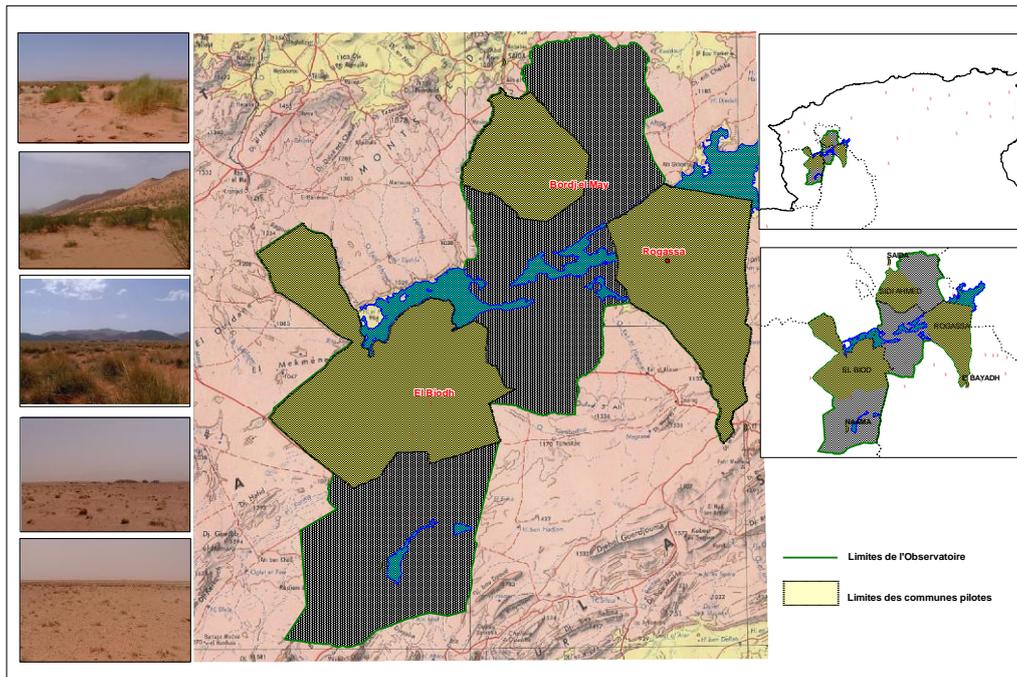


Figure 1 Situation de l'observatoire et des stations d'étude

2.2 Les méthodes d'étude

Les objectifs de l'observatoire étant :

- Le suivi des ressources naturelles
- Le suivi des usages de ces ressources
- L'impact des usages sur les ressources
- Les prévisions des évolutions écologiques à long terme
- Les possibilités de restauration des ressources

De 2001 à 2014 plus de 1000 relevés phytoécologiques ont été réalisés par les membres des équipes (fig. 1) Le suivi de la végétation, de la biodiversité, de la phytomasse et des caractères du milieu a été réalisé en utilisant le guide méthodologique réalisé par le réseau et auquel ont collaboré les membres de l'équipe algérienne. Toutes les méthodes utilisées ici y sont détaillées (Roselt, OSS 2004)

Les cartes d'occupation des terres qui sont dégagées, sont élaborées à partir de l'interprétation visuelle des images satellites multi dates et des classifications numériques.

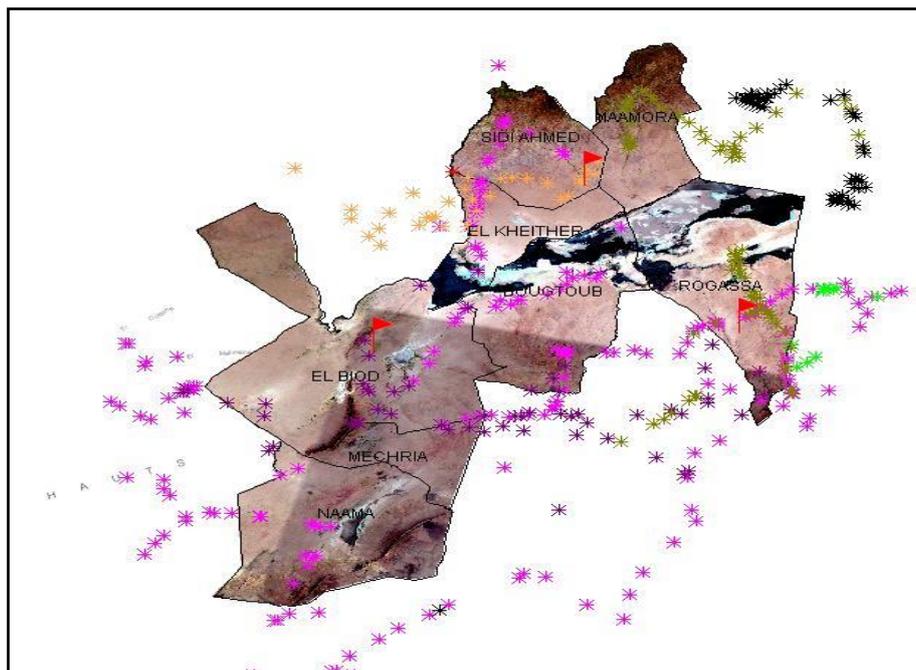


Figure 2 Situation des relevés phytoécologiques

Les études socioéconomiques sont réalisées selon 2 approches : une approche participative faisant appel à l'organisation de focus-groupes pour traiter de l'aspect qualitatif de l'information et une approche individuelle qui fait appel à l'utilisation d'un questionnaire traitant de l'aspect statistique

Les informations obtenues renseignent notamment sur :

- Les différentes catégories de population (population totale, population agglomérée, population éparse, population nomade et les transformations sociales).
- Les pratiques de l'élevage et leur évolution
- Les pratiques agricoles et leur évolution (ressources, exploitations et productions)

Les ressources en eaux souterraines et superficielles de la région d'étude ont été inventoriées par les équipes de l'Agence Nationale des Ressources Hydriques (partenaires du suivi).

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Les facteurs de dégradation : les indicateurs d'impacts

3.1.1. Les variabilités climatiques

Parmi les facteurs écologiques, le climat, et plus précisément la pluviométrie jouent un rôle clé dans le suivi écologique des écosystèmes

Les études basées sur des séries d'observation fournies par les services de l'Office National de la Météorologie (ONM) ont montré que les steppes algériennes sont marquées par une grande variabilité interannuelle des précipitations. 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 (Djellouli 1990 ; Le Houerou 1992 ; Djellouli et Daget 1993 ; Nedjraoui et Djellouli 1996 ; Aidoud *et al*, 2006,).

L'étude récente réalisée par Hirche en 2007 et 2010 (fig.3), confirme la majorité des résultats et apporte des précisions qui conforteraient l'idée d'une tendance à l'aridité. L'analyse graphique ci-dessus, montre une variabilité interannuelle de la pluviosité moyenne annuelle importante, mesurée par le coefficient de variation (CV) qui est le quotient de l'écart type sur la moyenne exprimé en pourcentage. Les coefficients de variation oscillent autour de 50%.

Une augmentation de la T° moyenne de l'ordre de 0,79°C. (fig. 4) est observée à Mecheria au cours des 40 dernières années (Boughani, 2014). Hammouda (2009, Nedjraoui ; 2007) a démontré une augmentation de la durée de la saison sèche de un mois et demi à El Bayadh et un changement de bioclimat dans la station d'El Bayadh. Le changement s'est effectué au niveau de l'étage et du sous étage. En cinquante ans, El Bayadh, est passé du semi aride moyen froid à l'aride supérieur froid.

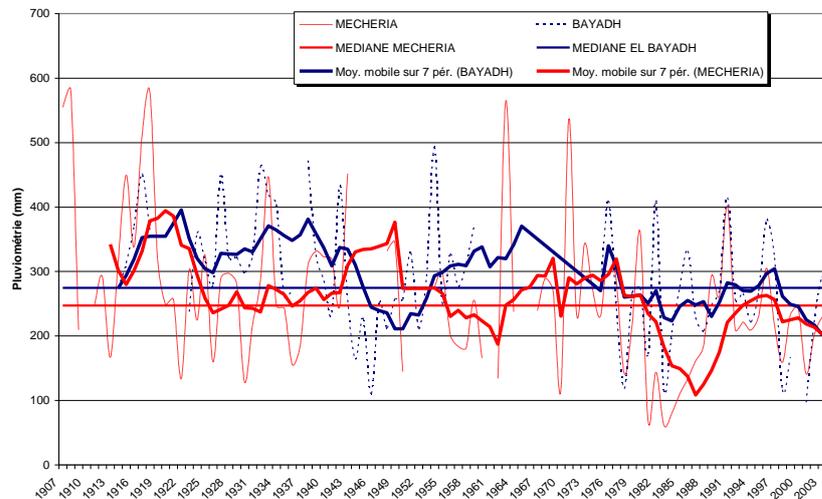


Figure 3. Cumuls pluviométriques annuels des stations du Sud oranais (Hirche et al 2007)

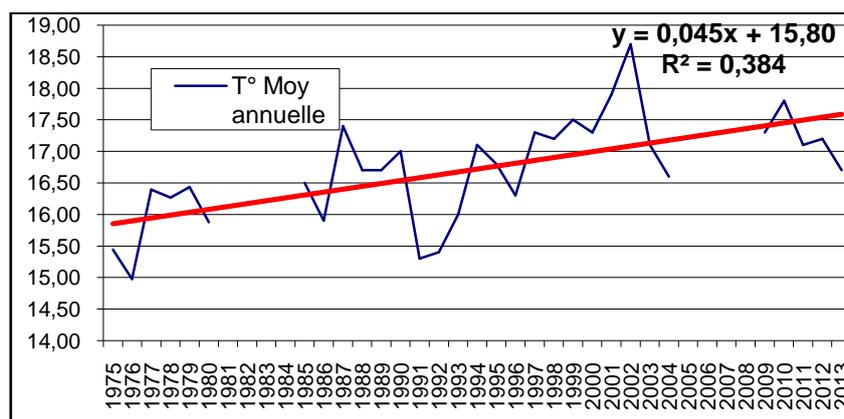


Figure 4 Evolution des températures moyennes à Mécheria (Boughani, 2014)

3.1.2. Les ressources en eau

Les ressources eaux sont faibles et mal gérées. L'actualisation de l'inventaire des points d'eau au niveau de l'observatoire (fig.4), a permis de relever 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. Ce phénomène est dû à la dégradation des parcours en diminuant l'infiltration a également eu des conséquences néfastes sur le niveau piézométrique de celle-ci.

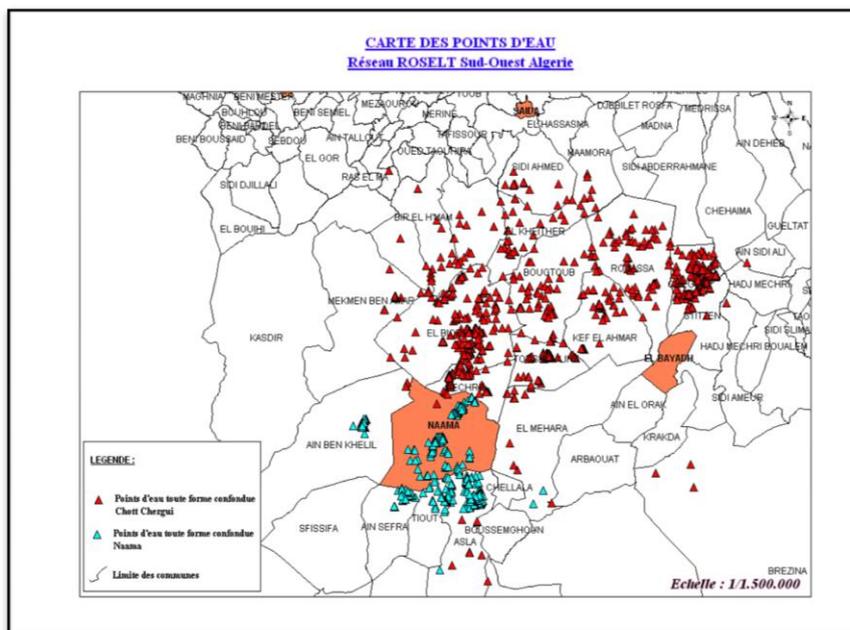


Figure 4. Inventaire des ressources en eau de l'observatoire

3.1.3 Les indicateurs socio économiques

- La population

La population de la région connaît une croissance très rapide (70% de la population réside dans les chefs-lieux), d'après le dernier recensement de l'Office National des Statistiques (ONS) en 2008 (tab. 1). Sur l'ensemble de la steppe la population est passée de 925.708 habitants en 1954, est estimée aujourd'hui à plus de 7 millions d'habitants (ONS, 2008). Le nomadisme, forme d'exploitation traditionnelle des parcours est en voie de disparition (moins de 5% des éleveurs pratiquent les grands déplacements avec leurs troupeaux). L'exode rural est important avec une extension des villes (constructions rurales et bidons villes), plus de chômage et plus de problèmes d'ordre socio-économiques

Tableau 1. Evolution de la population dans les principales communes de l'observatoire

COMMUNE	1987	1998	2008
EL BIOD	6 410	12 450	12 071
MECHERIA	40 251	54 267	67 917
NAAMA	5 688	11 339	18 622

- Les activités économiques

L'élevage extensif, composé essentiellement d'ovins, principale activité contribuant à près de 80% à l'économie de la région. Le troupeau, à l'instar de toute la steppe a connu une croissance exponentielle (6 millions dans les années 60 à plus de 20 millions aujourd'hui sur l'ensemble des parcours steppiques). La région de Mécheria compte environs 300 éleveurs, pour un nombre de têtes de l'ordre de 82 975 de brebis reproductrices. 10% des éleveurs possèdent entre 400 et 1000 têtes. La croissance du cheptel a une influence directe sur l'état des zones de parcours, qui le plus souvent reçoivent un cheptel supérieur aux capacités énergétiques et l'offre fourragère apportées par les parcours (la charge pastorale est estimée à 8 fois la charge d'équilibre, Nedjraoui et Bedrani, 2008, Hammouda 2010) Les éleveurs pratiquent la complémentation pour compenser le déficit fourrager. La complémentation représente 25% de l'offre alimentaire.

L'agriculture est essentiellement céréalière, depuis une période récente on assiste à un maraîchage irrigué sur de faibles superficies. L'équilibre social et biologique s'est trouvé fortement perturbé par l'intensification des besoins engendrés par la croissance démographique. et le développement de l'agriculture a un effet désastreux sur des sols impropre aux cultures Les faibles rendements obtenus à partir de la culture céréalière steppe (3 à 5 qx.ha) sont loin de compenser la dégradation des sols induite (Nedjraoui et Bedrani 2008).

3.2 Les indicateurs des changements de la végétation et des conditions du milieu.

3.2.1. Le recouvrement de la végétation

Les mesures régulières du recouvrement de la végétation depuis les premiers travaux sur ces parcours quelque soit le type de formation, montre une diminution importante de ce paramètre traduisant l'ampleur de la dégradation des steppes occidentales (fig.5). En 1975, les recouvrements 25-50% dominant en 2005 ce sont les recouvrements inférieurs à 25% que l'on retrouve les plus fréquemment. Le recouvrement de la végétation reste l'un des indicateurs les plus pertinents de la désertification. Il est relié à la variation des précipitations comme on le constate sur la figure 6 sur les steppes à sparte. le recouvrement de la végétation progresse très lentement parallèlement à la courbe de pluviosité, oscillant autour de 10 %, hormis l'année 2009 ou il augmente jusqu'à 15-16% de végétation. Les coefficient de variation (CV) sont similaires et sont compris entre 22 et 26 % et 36 % concernant la pluviométrie sur 35 ans (Boughani, 2014

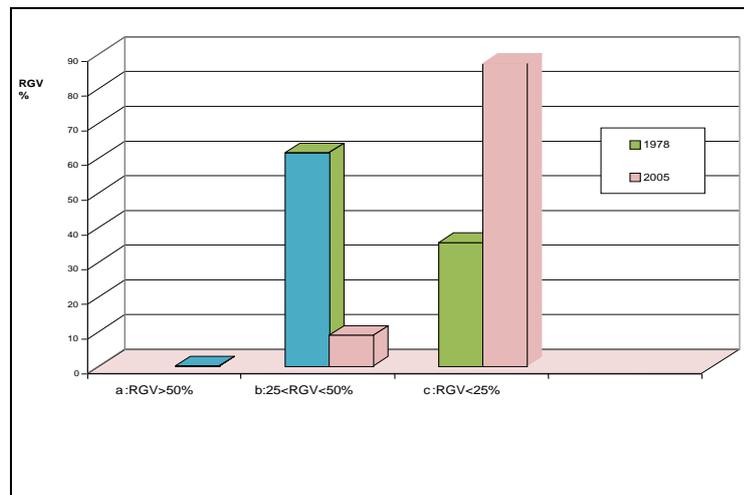


Figure 5 Changement du recouvrement au niveau de l'observatoire

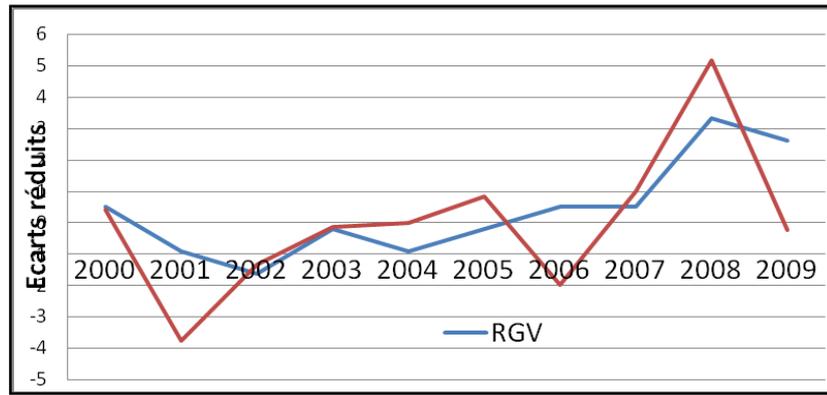


Figure 6. Evolutions comparées de la pluviométrie et du recouvrement global de la végétation à El Biodh entre 2000 et 2009

3.2.2 Evolution des phytomasses

La steppe d'alfa du plateau de Rogassa a fait l'objet d'une surveillance de 35 ans durant lesquelles le travail a porté à la fois sur le fonctionnement de l'écosystème et sur les changements à long terme relevant de la dynamique successionnelle.

Les changements de la phytomasse dans le temps sont aussi importants que ceux du couvert végétal (fig.7). La phytomasse totale caractérisée par une très forte contribution des pérennes, diminue significativement après 1993 de près de 98% par rapport à la situation de 1993 pour atteindre des valeurs relativement négligeables en 2000. Cette baisse est liée aussi bien à la disparition de l'alfa suite à un pâturage excessif, mais également à la période de sécheresse sévère observée qui a contribué à aggraver la dégradation de la végétation.

Le premier résultat et le plus marquant est l'extinction de *S. tenacissima* alors qu'elle représentait 80% du couvert végétal du système préexistant. Le deuxième résultat est le remplacement de l'alfa par le sparte en tant qu'espèce dominante.

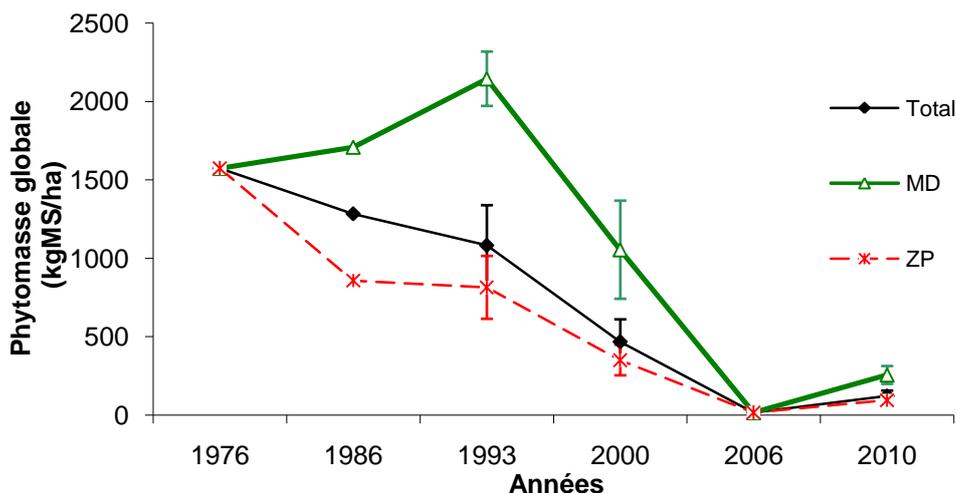


Figure 7. Suivi inter-annuel de la phytomasse de l'alfa à Rogassa en zone pâturée (ZP) et dans une mise en défens (MD) (Slimani, 2012)

3.2.3. Le Changement dans l'occupation des terres

Les figures 8 (1 et 2) représentent les cartes d'occupation des terres (COT) d'El Biodh établies en 1978 et 2011. L'étude comparative des cartes⁴ montre la régression importante des formations dites « climaciques ». L'armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) a disparu de la zone et de l'alfa (*Stipa tenacissima*) qui constituait jadis la formation dominante en steppe (mer d'Alfa n'occupe plus qu'une part insignifiante du paysage (1,6%) se cantonnant sur les versants escarpés des djebels. Par contre le sparte (*Lygeum spartum*) se maintient à un niveau non négligeable en occupant près de 16% du territoire. Slimani *et al.* (2010), ont observé le remplacement de l'alfa par le sparte dans les anciennes steppes considérées comme steppes homogènes sur glaciais à alfa pur. Le sparte montre une résilience étonnante aux changements écologiques.

Cependant, l'essentiel du territoire est occupé par la steppe dite de dégradation qui s'étend sur près de 500 000 ha, soit plus du 2/3 du territoire, ce qui montre l'état de dégradation avancé du milieu, viennent ensuite, les formations à psammophytes qui sont estimées à 5% ce qui montre bien que dégradation et ensablement ne sont pas forcément concomitants.

On note également extension du sol nu et des formations sableuses. Des couloirs de sable sont apparus sur l'ensemble de l'observatoire (Fig.9). Grandi (2009) et Hirche (2010) ont démontré à travers une analyse granulométrique que la plupart des édifices sableux de cette région sont caractérisés par un matériel sableux fin à moyen déposé par une dynamique éolienne importante. Une étude détaillée de ces sables a été faite par Makhlouf (Roselt Algérie) 2005.

Concernant les autres éléments de la surface du sol, la variation de la litière, de la roche mère ne semble pas très significative, ces éléments ne varient pas très rapidement. Par contre la pellicule de glaçage avec un recouvrement moyen de 24 %, semble avoir augmenté sensiblement ce qui traduirait indirectement la consolidation des sols, préalable certes pas toujours nécessaire à la formation de la pellicule de glaçage.

Selon les cartes de sensibilité à la désertification élaborées par le CNTS en 1989⁵, Kadi Hanifi et Salamani (2005), Salamani 2014, ces régions sont classées très sensibles à la désertification.

⁴ Ces mêmes cartes ont été établies en 1998, 2005; (Roselt Algérie 2005)

⁵ Centre National des Techniques Spatiales, Arzew, (Algérie)

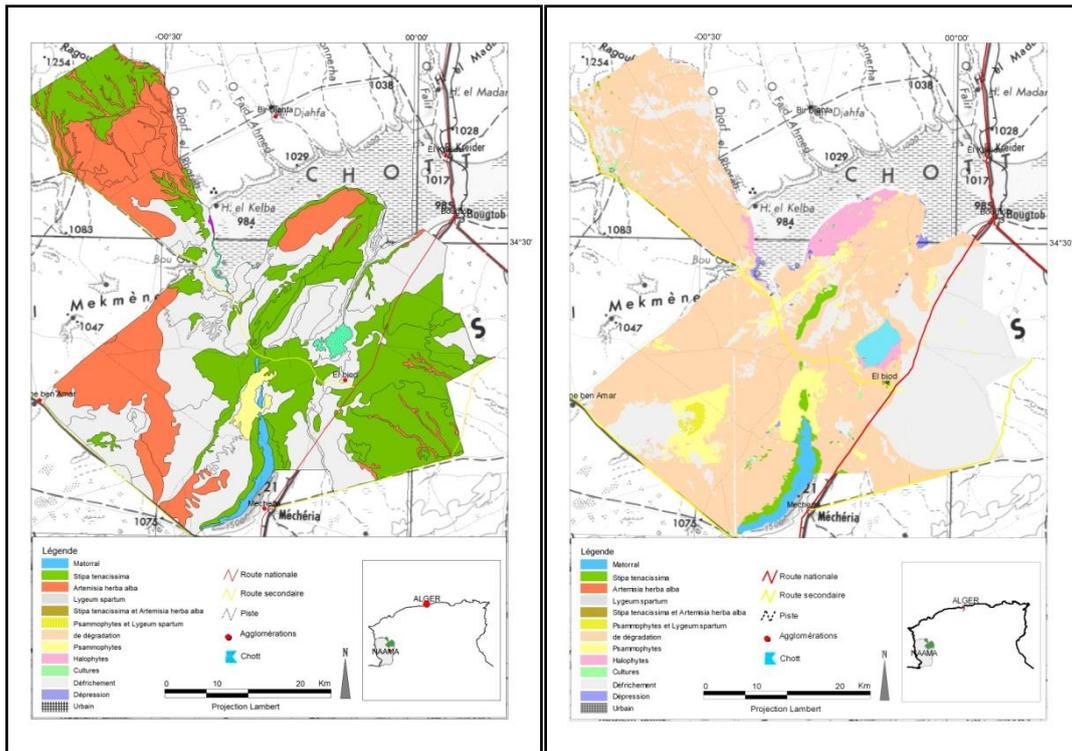


Figure 8. Cartes d'occupation des terres d'El Biodh (1. 1978 ; 2. 2011)

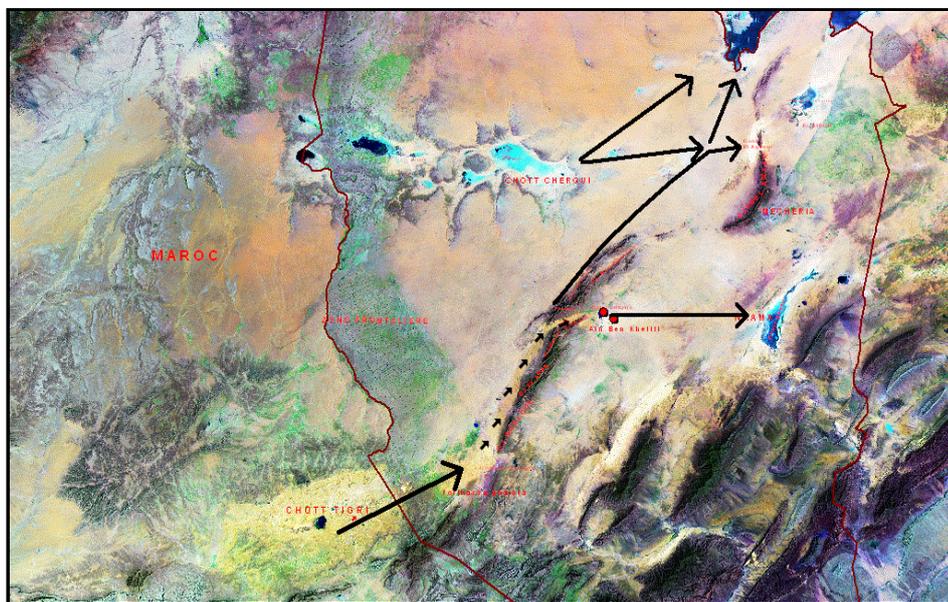


Figure 9 Déplacement des sables dans l'observatoire

3.3. Les indicateurs de changement de la biodiversité

- La richesse floristique

La figure 9 montre une perte considérable de la richesse floristique en 33 ans d'observation 141 espèces n'ont pu être retrouvées. le taux des pérennes (63 espèces) et des annuelles (31 espèces) a baissé considérablement. La forte diminution du taux des pérennes est liée

principalement à la pression anthropique. Le taux des annuelles a diminué or il a toujours été admis que la « thérophytisation » ou le nombre d'annuelles, tend à augmenter dans le cas d'une dégradation prononcée des écosystèmes due à la sécheresse. Cela laisse supposer que c'est le surpâturage qui serait la cause principale de la dégradation.

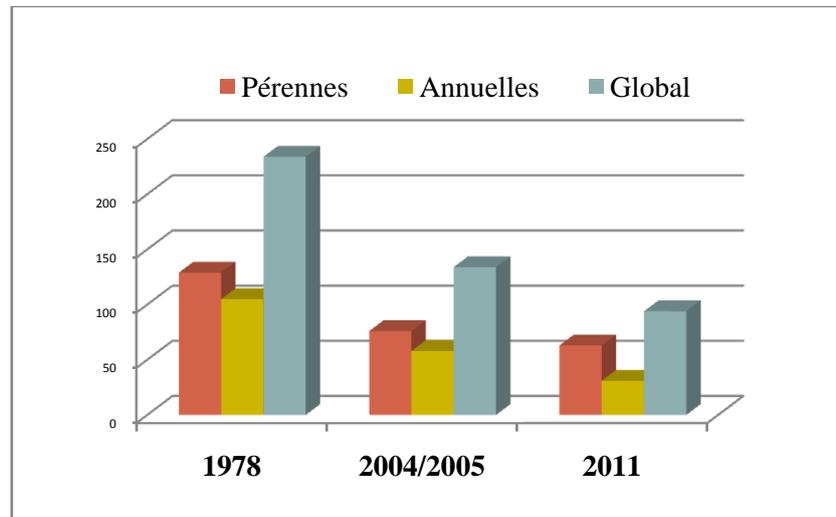


Figure 10 Evolution de la richesse floristique dans l'observatoire

- Changement dans les types biologiques

L'analyse des spectres biologiques (fig. 11.) montre, en effet, une légère augmentation des chaméphytes qui serait expliquée par le surpâturage. Par contre, tous les autres types biologiques montrent une régression. L'effet cumulé de la diminution du nombre des géophytes et des thérophytes n'est que preuve d'une dégradation très intense et très avancée dans ces parcours.

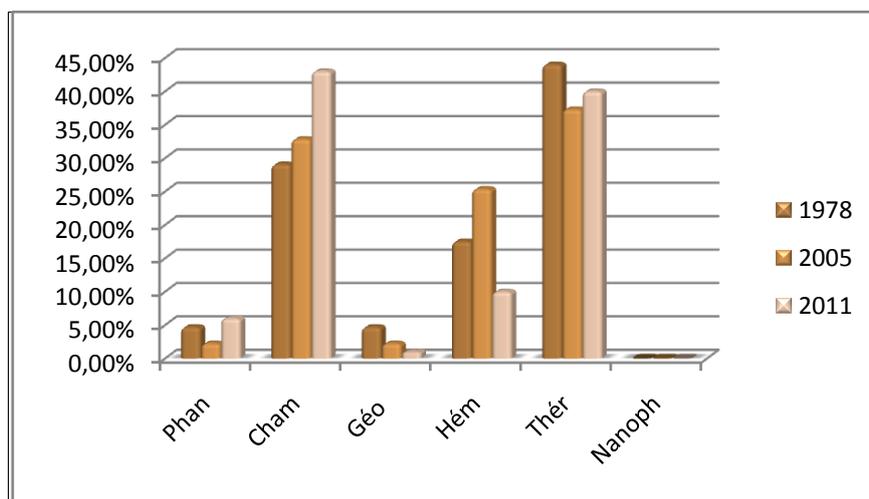


Figure 11. Evolution des types biologiques dans l'observatoire

- Changements dans les familles

L'évolution des types de familles (fig. 12) durant les années d'observations ont fait ressortir les phénomènes principaux suivants :

- **Les Asteraceae** sont restés assez stables durant les trois périodes, cette famille a un plus grand pouvoir d'adaptation aux changements des conditions écologiques et aux pressions anthropiques dans ces milieux dégradés.
- **Les Poaceae** montrent une diminution importante, de -45% dans la deuxième période à -85% la troisième période. Cette famille montre une sensibilité à la pression exercée sur l'écosystème, notamment le surpâturage.

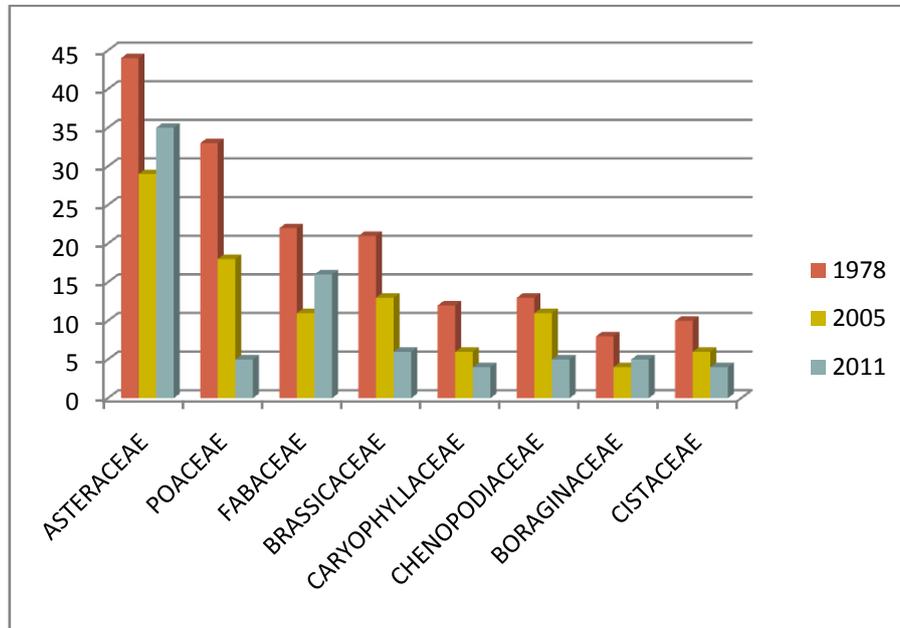


Figure 12 Evolution des types de familles dans l'observatoire

- Changements dans les types biogéographiques

L'étude de l'évolution des types biogéographique de la flore de l'observatoire des Hautes Plaines du Sud Oranais montre un cortège floristique surtout formé d'éléments méditerranéen et plurirégional qui représentent les taux le plus élevés. On y trouve peu d'éléments endémiques (8% endémiques Nord Africaines et seulement 1% endémiques algériennes). L'apparition de l'élément saharo indien, avec un taux considérable (22%), témoigne d'une aridification du climat.

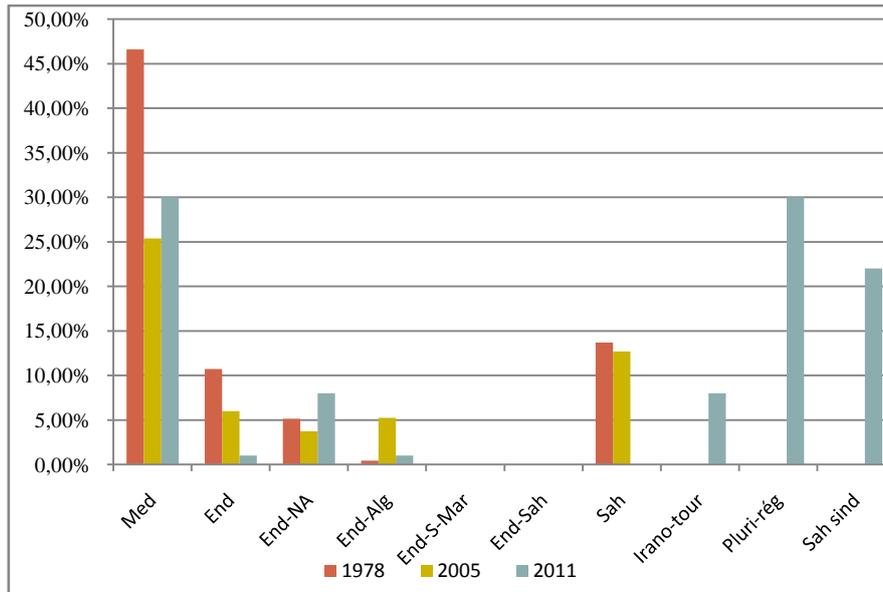


Figure 13. Evolution des types biogéographiques

L'évolution des indices de diversité montre la fragmentation des biotopes au cours des dernières décennies (fig. 14)

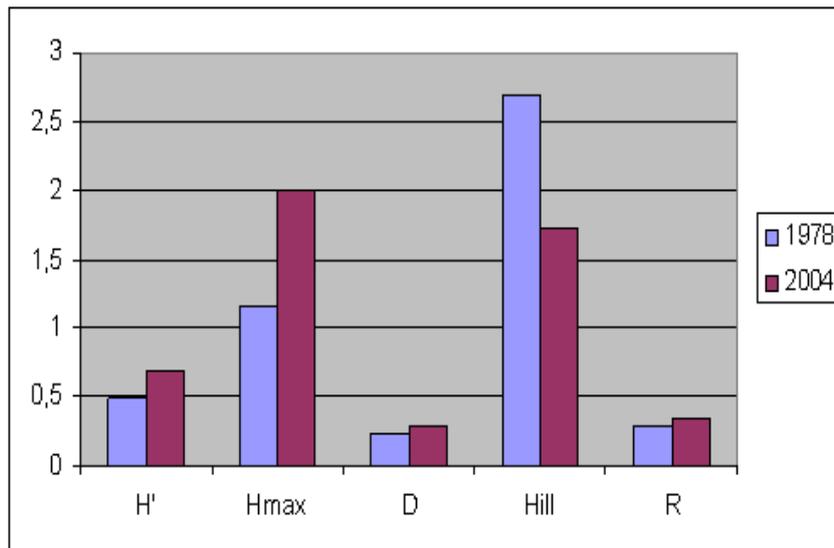


Figure 14 Indice de diversité des biotopes (Indice de Shannon (H et H') Equitabilité E Indice de Simpson D Indice de Hill Régularité R)

4. CONCLUSION

Depuis les années 70 les steppes occidentales algériennes ont subi une désertification intense. Cependant, ces dernières années Les phytomasses, les recouvrements de la végétation montrent une légère augmentation. Ces résultats ont été confirmés par les images satellites et la plupart des auteurs concluent à un reverdissement.

Ce phénomène de reverdissement est lié à une pluviosité favorable durant cette dernière décennie En effet ce sont surtout les thérophytes dont le développement est fortement lié à la variation interannuelle de la pluviosité

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. A ce titre, l'alfa a définitivement disparu et si on considère qu'elle est l'espèce « clé » de l'écosystème, sa disparition implique une évolution irréversible de celui-ci.

Les résultats obtenus dans les steppes du Sud Ouest Oranais concordent avec ceux obtenus dans les autres observatoires du réseau à l'échelle régionale et sous régionale et ce, aussi bien dans l'approche socio-économique que dans les études phyto-écologiques. Des synthèses ont été élaborées : « La Surveillance environnementale dans le circum-Sahara : Synthèse régionale socio-économie » et « La Surveillance environnementale dans le circum-Sahara : Synthèse régionale Ecologie » (OSS/Roselt, 2012)⁶

L'Observatoire des Hautes Plaines Steppiques est un exemple pédagogique du processus de désertification. Ces steppes occidentales constituent un laboratoire pour la compréhension du phénomène, des causes et des conséquences de la dégradation des écosystèmes. Des générations de chercheurs se sont penchés sur cette problématique et l'équipe de recherche du Laboratoire d'Ecologie Végétale et Environnement continue le suivi écologique et les travaux de recherche dans différents domaines ont donné lieu d'une part à des publications et communications internationales et d'autre part à des mémoires et thèses soutenus par les membres du réseau

⁶ Ces documents sont téléchargeables sur le site suivant : <http://www.oss-online.org/fr/publications>

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Achoubi L. Bouzenoune A., Mediouni K., 1980- Carte d'occupation des terres au 1/200.000 de MECHERIA (Wilaya de SAIDA) coupure spéciale publiée par le CRBT.

Achoubi L. & al Carte phyto-écologique au 1/200.000 de MECHERIA (Wilaya de SAIDA) coupure spéciale publiée par le CRBT.

Aïdoud 1989.- Contribution à l'étude des écosystèmes pâturés (Hautes plaines Algéro-Oranaises, Algérie). Thèse. Doct. Etat, Univ. Sci. Technol. H. Boumediène, Alger, 240p + ann.

Aïdoud 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),

Aïdoud A., Le Flo'h & Le Houerou H.N. 2006.- Les steppes arides du nord de l'Afrique. *Sécheresse* ; 17 (1-2) : 19-30.

Aïdoud Lounis F., 1984.- Contribution à la connaissance des groupements à spart (*Lygeum spartum* L.) des hauts plateaux du sud oranais : étude phytoécologique et syntaxonomique. , Thèse 3ème cycle. Uni .Sci. Tech. H. Boumediène, Alger ; 256 p.

Bedrani S., 1996.- Foncier et gestion des ressources naturelles en Afrique du Nord. Cas de l'Algérie. Act. Atel. Le foncier et la gestion des ressources naturelles dans les zones arides et semi-arides d'Afrique du Nord. OSS., 3-32.

Boughani A. 2014. Contribution à l'étude phytogéographique des steppes algériennes (biodiversité et endémisme). Thèse de doctorat ; Uni .Sci. Tech. H. Boumediène, Alger

Bouzenoune A., 1984.- Etude phytoécologique et phytosociologique des groupements végétaux du sud Oranais. Thèse 3^{ème} Cycle, Univ. Sci. Technol. H. Boumediene, Alger, 225 p.

CAMELEO/CRSTRA/URBT – INCT/ CAMELEO; 2000 - Suivi diachronique des processus de désertification "*in situ*" et par télédétection des Hautes Plaines Steppiques du sud-ouest Oranais. Bilan final du projet, 77p

CNTS, 1989.- Carte nationale de sensibilité à la désertification.

C.R.B.T, 1978.- Rapport phytoécologique et pastoral sur les Hautes Plaines steppiques de la Wilaya de Saida. CRBT, Alger ; 256p + ann + cartes.

CRBT, 1981. Carte de l'occupation des terres de l'Algérie au 1: 200. 000, feuille de El Biodh. ONRS, Alger.

Dahmani M. et Djellouli., 1981.- Carte de l'occupation des terres de l'Algérie au 1/200.000, feuille de Djebel Arrar, C.R.B.T., Alger.

Djebaili S., 1978.- Recherche phytoécologique et phytosociologique sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'atlas saharien algérien.. , Thèse d'état Languedoc, Montpellier, 229p.

Djellouli Y., 1990.- Flores et climats en Algérie septentrionale. Déterminismes climatiques de la répartition des plantes. Thèse Doct., USTHB, Alger, 210 p.

Djellouli Y. & Daget P. 1993. Conséquences de la sécheresse des deux dernières décennies sur les écosystèmes naturels algériens. Publications de l'Association internationale de climatologie, Aix-en-Provence, no 6, pp. 105-113.

Djellouli Y. & Nedjraoui D., 1996.- Evolution des parcours méditerranéens. *In* Pastoralisme, troupeaux, espaces et société. Hatier ed. 440-454.

Grandi M. 2010.- Contribution à l'étude du phénomène de l'ensablement dans le sud Oranais. Thèse de Magister ; Uni .Sci. Tech. H. Boumediène, Alger. 150p.

Hammouda R. 2009. - Conception et l'expérimentation d'un modèle de gestion durable des parcours steppiques (Région steppique d'Aflou). Thèse de magister, USTHB, 142p.

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, 220p.

Hirche A., Boughani A., Salamani M., 2007.- Évolution de la pluviosité annuelle dans quelques stations arides algériennes. Sécheresse. Volume 18, Numéro 4, 314-20,

Hirche A., Salamani M., Boughani A., Nedjraoui A., Abdellaoui A. 2008.- Contribution à l'étude de la désertification dans le sud oranais. Société Française de Photogrammétrie et de Télédétection. 187-188.

Kadi Hanifi Achour H., 1983.- Etude phytoécologique des formations à alfa (*Stipa tenacissima* L.) du Sud-Oranais, Wilaya de Saida. Thèse. 3ème Cycle, Univ. Sci. Technol. H. Boumediene, Alger; 216 p. + ann.

Kadi- Hanifi Achour H., 1998.- L'Alfa en Algérie : syntaxonomie, relations milieu-végétation, dynamique et perspectives d'avenir. Thèse Doct. Etat, Univ. Sci. Technol. H. Boumediène. Alger. 228 p + ann.

Kadi-Hanifi H. & Salamani M., 2004.- Carte de sensibilité à la désertification de l'Algérie du Nord (Kadi-Hanifi et Salamani, 2004, DGF/OSS)

Khaldoun A., 1995.- Les mutations récentes de la région steppique d'El Aricha. Réseau Parcours, 59-54.

Le Houerou H.N. et al., 1979.- Etude bioclimatique des steppes algériennes. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr Nord*,8 (3-4), 33-74 + carte 1/1 000 000^{ème}

Le Houerou H. N., (1995) : *Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique*. CIHEAM/ACCT, Options méditerranéennes, série B, n°10, 396 p.

Le Houerou H.N., 1992. - Relations entre la variabilité des précipitations et celle des productions primaire et secondaire. In : Le Floch E, Grouzis M, Cornet A, Bille JC, eds. *L'aridité, une contrainte au développement*. Coll. Didactiques. Paris : Orstom éditions, 1992 : 197-220.

Nedjraoui D. 2007. Identification scientifique de l'interaction changements climatiques désertification : vulnérabilité des écosystèmes à la sécheresse et principes d'adaptation.

Algérie,. Contribution à la 2nd communication nationale sur les Changements Climatique. Projet GEG/PNUD 00039149. 51p

Nedjraoui D. & Bedrani S., 2008.- La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte ; *Vertigo* vol. 8 N° 2 : « *Le désert et la désertification : impacts, adaptation et politiques* »

ROSELT/OSS ; 2004.- Indicateurs écologiques ROSELT/OSS - Une première approche méthodologique pour la surveillance de la biodiversité et des changements environnementaux\OSS ; IRD. _ Collection ROSELT/OSS, Document Scientifique n°4. _ Montpellier : 2004. _ 50p. _ ISBN : 9973-856-13-9

ROSELT/OSS, 2005 ; 2008 ; 2011, Bilans du projet « Suivi à long terme des Hautes Plaines steppiques du sud Ouest Oranais

Salamani M., 2014.- Apport de la télédétection spatiale à l'évaluation, au suivi et à la surveillance des écosystèmes. Thèse de Doctorat, Uni .Sci. Tech. H. Boumediène, Alger. 227p.

Slimani, H., Aidoud A., Roze F., 2010. 30 Years of protection and monitoring of a steppic rangeland undergoing desertification. *Journal of Arid Environments* 74 (2010) 685–691

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, Uni .Sci. Tech. H. Boumediène, Alger, 113p.

DEDICACES .

Cet article fait suite aux nombreux articles sur les steppes du Sud Oranais parus dans les premiers numéros de *Biocénoses*. C'est grâce à la contribution de tous que ce suivi à long terme a pu être réalisé. Je le dédie à tous mes camarades du CRBT, de l'URBT et du LEVE et plus spécialement à la mémoire des professeurs S. Djebaili et K. Médiouni, qui nous ont initiés à l'écologie et qui nous ont fait tant aimer ces grands espaces que sont les steppes algériennes. **D. Nedjraoui**