

Original Article

Intégration des données multi-sources dans un Système d'Information Géographique pour l'étude de la diversité floristique au niveau de la zone humide du Chott Ech Chergui, Saïda

Zohra ARABI^{1*} & Kalladi MEDERBAL²

¹Laboratoire de Recherches sur les Systèmes Biologiques et la Géomatique (LRSBG), Université de Mascara. Route de Mamounia -Mascara. ALgérie BP: 305.

²Université Ibn Khaldoun de Tiaret, BP 78 – 14000 Tiaret, Algérie.

*Auteur correspondant. Email: zohra-zouzou@voila.fr. Tél : 00213 697003188.

Mots clés :

Action humaine
Gestion saine
GIS
Chott Ech Chergui
Algerie

Résumé

Le Chott Ech Chergui s'étend sur une superficie de 855.500 hectares, il renferme plusieurs habitats écologiques. Mais, actuellement, des fortes pressions humaines ont porté atteinte quantitative sur la biodiversité végétale. La présente étude permet de créer une base de données géoréférencées sur la flore locale par la combinaison des études de terrain (échantillonnage par transect/relevés) à des données télédéteçtées par le biais SIG. Les résultats montrent clairement l'action conjuguée de l'aridité du climat et l'action de l'homme dans cet écosystème fragile. Le nombre d'espèces recensées est de 23 espèces réparties sur 12 familles dont la famille la plus dominante est les Astéracées (50%).

Keywords:

Human action
Sound management
GIS
Chott Ech Chergui
Algeria

Abstract

Integration of multi-source data in a GIS geographic information system for the study of plant diversity at the wetland Chott Ech Chergui, Saïda. Chott Ech Chergui is one of 42 sites of international importance Account Algeria. By its location on the steppe region and its estimated 855,500 hectares area, this ecosystem has several ecological habitats. Currently, heavy human pressure focused on achieving quantitative plant and animal biodiversity where a specific intent must be granted by the State services to ensure sound management of this site. In this context, This study attempts to highlight an approach to create a database of geo-referenced data on the Chott Ech Chergui flora, and by the combination of field studies georeferenced data by using the GIS tool. The study of the flora is to make a comprehensive inventory of existing plants. The sampling technique is between purposive sampling and statistical sampling to two degrees (transect and statement). The period of fieldwork is the spring season of 2013. The floristic point of view the study of vegetation clearly shows the combined action of the arid climate and adverse human intervention in this fragile ecosystem. The number of species recorded was 23 species distributed in 12 families with a large contribution of species Halophytes. The most dominant family is represented by Asteraceae (50%), Poaceae (41.66%) and Carroyophylacées (25%). The biological spectrum is the most dominant type is the biological Théropytes (50%), this translates into the arid climate and environmental disturbance caused by man and his flock then chamaephytes (20%). Also, the results of the study are summarized in a synthesis map called map of land use in the study area, showing the distribution of the three main groups encountered in the study. This card will be used thereafter as a support for the implementation of an action plan to ensure sustainable management of this ecological heritage is based on a long time axis exceeds at least the next 10 years, it is short, medium and long term. It would be very wise to recommend a good set of response actions: restoration, rehabilitation and relocation.

INTRODUCTION

La convention mondiale sur les zones humides est dite aussi convention de Ramsar, en référence à la ville iranienne où elle a été signée le 2 février 1971. Cette convention relative aux zones humides d'importance internationale particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau, vise à lutter contre la dégradation et la perte des zones humides. La Convention précise: «Le choix des zones humides à inscrire sur la Liste devrait être fondé sur leur importance internationale au point de vue écologique, botanique, zoologique, limnologique ou hydrologique ».

L'Algérie pays signataire de la convention de Ramsar en novembre 1984, enregistre un retard considérable en matière d'utilisation des zones humides, contrairement aux pays voisins comme le Maroc et la Tunisie, cette situation tire ses origines de l'absence d'une loi rigoureuse qui consiste à la protection de ces zones humides d'importance internationale.

La zone humide du Chott Ech Chergui est un milieu riche tant sur le plan de la faune que la flore, il a été classée comme zone humide d'importance internationale le 02 février 2001. Mais malheureusement ces dernières décennies, des fortes pressions humaines ont porté atteinte quantitative sur la biodiversité du Chott Ech Chergui, Cette dégradation a été souvent un sujet préoccupant qui a fait l'objet de plusieurs travaux. Le rôle de structures paysagères telles les haies et les zones humides de fonds de vallées sur le milieu, en particulier sur la qualité de l'eau, est aujourd'hui également reconnu, même si peu d'études spécifiques en ont mesuré précisément les impacts (Mérot, 1999 ; Caubel- Forget *et al.*, 2001 ; Viaud, 2004). Selon Benabdeli (2010): « D'année en année les espaces naturels et même modifiés diminuent et connaissent une mutation au gré du développement industriel, agricole et commercial de la région...Pour cela, il est indispensable de comprendre le comportement des espaces dans leur dynamisme, dans leur composition, dans leur processus de dégradation et surtout dans leur intégration dans des programmes de développement socio-économiques imposés par des politiciens...Le résultat alarmant obtenu trouve son optimum dans l'érosion de la biodiversité, dans la perturbation du régime des eaux, dans l'accentuation de l'érosion et des inondations et dans l'altération des écosystèmes naturels et même modifiés ». Les phénomènes climatiques et biophysiques ont été pendant longtemps les moteurs principaux des transformations des surfaces terrestres, l'homme est aujourd'hui à l'origine de la majeure partie des transformations

qui affectent les écosystèmes terrestres (Steffen *et al.*, 2004).

La méthodologie mise en œuvre a pour but fondamental de coupler les études de terrain (diagnostic phytoécologique) et les données de télédétection pour mieux caractériser l'état réel de la végétation au niveau de la zone humide et de faire créer par la suite une base de données solide sur la biodiversité végétale de la zone d'étude.

Une image de satellite Landsat TM a été utilisée pour les raisons suivantes: la gratuité et la disponibilité de ce type de données, la scène téléchargée couvre l'ensemble de la zone d'étude. Les principaux objectifs de cette étude sont: caractérisation quantitative et qualitative de la végétation et du changement de l'occupation du sol. L'interprétation des images satellitaires s'appuie sur un nombre limité de relevés de terrain judicieusement choisis. Le passage des photos aériennes analogiques aux images satellitaires numériques s'est traduit par un foisonnement de développements méthodologiques qui ont pour but d'en exploiter pleinement les caractéristiques essentielles (Mayaux *et al.*, 2003).

MATERIELS ET METHODES

Description géographique de la zone d'étude

Le Chott Ech Chergui est situé sur les hautes plaines oranaises, il se localise à 80 km au Sud-est de la wilaya de Saida et est distant de 530 km au Sud-ouest d'Alger (Figure 1). Administrativement le Chott Ech Chergui est localisé dans la wilaya de Saida, Daïra de Hassasna, commune d'Ain Skhouna.

Le climat

Le Chott Ech Chergui est caractérisé par un climat semi-aride à hiver froid et été chaud. Les précipitations moyennes annuelles sont de 276 mm réparties sur 47 jours. Le régime pluviométrique moyen saisonnier est de type PHAE. L'irrégularité des précipitations et leur mauvaise répartition, les fortes températures donnent lieu à des périodes de sécheresse estivales marquées par une durée souvent supérieure à 6 mois. Ces perturbations affectent négativement la végétation des parcours (El Mouddeh, 2004).

Cette région est caractérisée aussi par une forte évaporation qui atteint 2150 mm/an et des gelées hivernales et printanières sur un total de 48 jours par an. Elle est soumise à des vents très violents qui soufflent du Nord-Ouest en hiver et du Sud en été. Les siroccos sont fréquents et durent 22 jours.

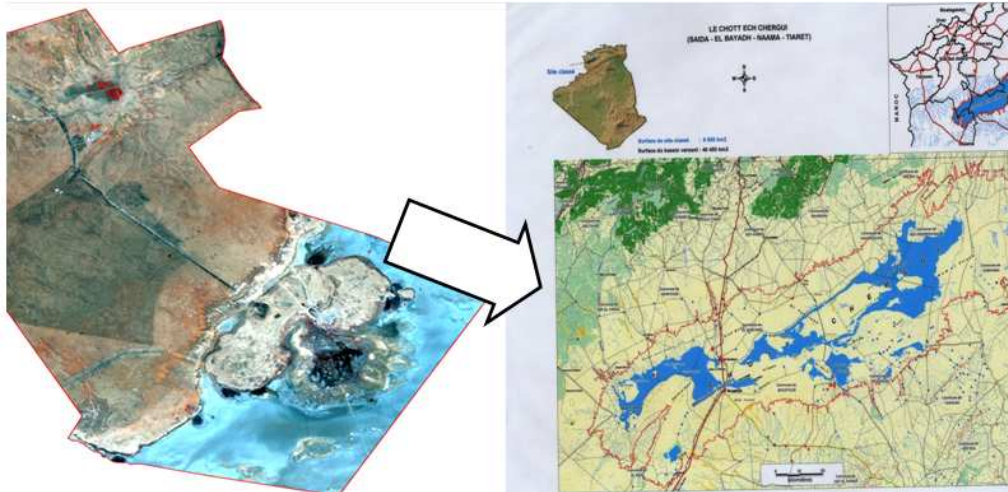


Figure 1. Localisation géographique du Chott Ech Chergui.

Les données utilisées et le choix des points de relevés phytoécologiques

La zone d'étude est prospectée virtuellement en utilisant le logiciel GOOGLE EARTH Pour la sélection des emplacements des relevés qui sont en nombre de 16 relevés phytoécologiques, ils ont été faits dans la période Mars/Avril de l'année 2013. La matérialisation de ces relevés sur terrain a été faite par un GPS de type GARMIN .La localisation de chaque relevé est injectée sur l'image satellite Landsat. Cette image a été corrigée des effets radiométriques et géométriques par l'utilisation du logiciel ENVI (Environment for Vizualizing Images). L'idée fondamentale est que l'étude de la végétation doit se faire de façon orientée (Gounot, 1961; Godron, 1966 ; Corre et Rioux, 1969). La méthodologie adoptée combine à la fois entre les travaux de terrain (diagnostic phytoécologique) d'une part et les données des techniques de télédétection recueillies par des capteurs TM autour des satellites Landsat d'autre part, et de faire par la suite intégrer toutes ces données dans un Système d'Information Géographique (SIG).

Matériels utilisés

Dans le cadre de notre étude, on a adopté une méthode d'évaluation de la diversité de la végétation selon les étapes suivantes : choix des points de relevés phytoécologiques; échantillonnage et récolte des données ; étude de la végétation; étude du sol et exploitation et traitement des données par la création d'une base de données géoréférencées. Pour cela, le matériel utilisé est :

- un sécateur pour couper les plantes destinées à l'herbier;
- des piquets et des cordes pour délimiter les relevés;
- un GPS pour déterminer les paramètres stationnels (coordonnées, altitude);

- un tamis mécanique pour l'analyse granulométrique;
- pH-mètre pour mesurer l'acidité du sol;conductimètre pour mesurer la conductivité électrique et un calcimètre de Bernard.
- logiciels : MAP info 8.0, ENVI4.5, GOOGLE EARTH et STATISTICA 6.0.

Etude floristique

La méthodologie adoptée est basée sur un inventaire floristique selon la méthode de Braun-Blanquet (1951) et des analyses pédologiques à l'intérieur de chaque station. Chaque relevé floristique consiste à faire un inventaire complet de toutes les espèces présentes et par la suite chaque espèce dans les relevés doit être affectée à quatre indices : indice d'Abondance-Dominance, indice de Sociabilité, indice de Fréquence et indice de Présence. L'identification des espèces végétales a été effectuée à l'aide de l'ouvrage "Nouvelle Flore de l'Algérie" (Quézel et Santa, 1962-1963) qui est la seule référence exhaustive qui concerne la flore d'Algérie.

Selon Bouaaza *et al.* (2001) : « la délimitation d'une surface floristiquement homogène est une condition nécessaire pour la réalisation de relevés floristiques ». Djebaili (1984) a utilisé une aire minimale égale à 100 m³ pour l'ensemble des groupements végétaux de la steppe et ce quelles que soient les conditions de précipitations et de milieux. Cette dernière surface (100 m³) a été la référence dans notre travail.

Etude du sol

La méthodologie adoptée pour effectuer les relevés pédologique est comme suit :

- Mesure de la couche meuble de la surface jusqu'à la dalle calcaire.

- Les échantillons prélevés sont mis dans des sacs séparés contenant chacun une étiquette qui mentionne le numéro du relevé et le lieu.
- Les échantillons du sol sont mis à sécher à l'air libre pendant quelques jours sans aucune manipulation.
- Après la dessiccation, la terre est tamisée à l'aide d'un tamis mécanique à mailles de 2 mm (Afnor, 1987) pour séparer les parties fines des grossières.
- Analyses physico-chimiques : texture, salinité, matière organique, pH, calcaire total et calcaire actif.

RESULTATS

Résultats des données géoréférencées

L'outil adopté dans le cadre de cette étape est le SIG afin de gérer à la fois des fichiers vectoriels et des fichiers images. Il permet le calage de la carte d'occupation du sol déjà établie par le B.N.E.D.E.R en 2010 puis la vectorisation des différentes unités d'occupation du sol, c'est pourquoi il faut des descentes sur le terrain afin de vérifier un certain nombre d'informations et de pouvoir rectifier les modifications constatées dans l'occupation du sol ces dernières années (Figure 2).

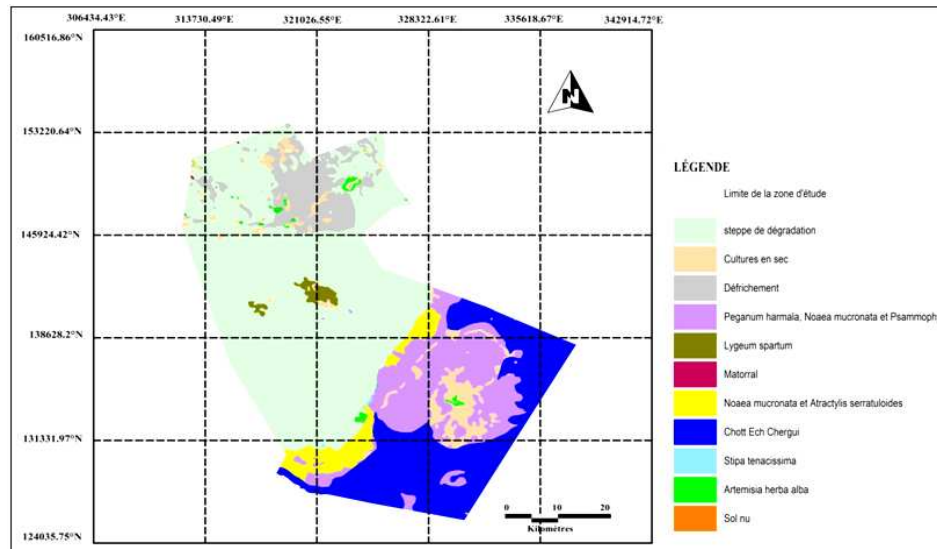


Figure 2. Carte d'occupation du sol modifiée (extrait de la carte établie par le B.N.E.D.E.R, 2010).

L'exploitation des résultats de la carte d'occupation du sol obtenue, permet de calculer la superficie de chaque faciès (Tableau 1) et de faire ressortir les points suivants :

- Des changements de type physionomiques caractérisés par un changement brut dans les faciès.
- Il s'agit de terrains récemment mis à nu, défrichés ce qui témoigne l'action incontrôlée de l'homme car cette zone humide, de par sa richesse floristique sa richesse floristique (steppe halophile pérenne) et la présence de ses pâturages en saison sèche.
- C'est la céréaliculture qui représente l'activité agricole la plus importante dans la zone d'étude.

Résultats du diagnostic phytoécologique

L'exploitation des résultats de notre étude phytoécologique montre une évolution régressive, voire irréversible dans certains cas dans le type physionomique. Ces changements peuvent être résumés dans les points suivants:

- Les faciès à *Artemisia herba alba* ont été remplacés par des faciès à : *Lygeum spartum* et *Atractylis serratuloïdes*, *Lygeum spartum* et *Thymelae microphylla* et *Noaea mucronata* et *Lygeum spartum*.
- Les faciès à *Stipa tenacissima* ont été remplacés par des faciès à : *Stipa tenacissima* et *Noaea mucronata*, *Artemisia herba alba* et *Peganum harmala* et par *Thymelae microphylla* et *Astragalus cruciatus*.
- Apparition de certaines espèces qui témoignent l'aggravation de dégradation du terrain telles que: *Noaea mucronata*, *Atractylis serratuloïdes* et *Peganum harmala*.

Résultats floristiques

D'après Aidoud (1989), la richesse floristique en zone aride dépend essentiellement des espèces annuelles, des conditions du milieu et de la corrélation de l'ensemble des caractères (climat, édaphisme et exploitation).

Tableau 1. Superficie par faciès dans la zone d'étude.

Faciès	Superficie (ha)
<i>Noaea mucronata</i> et <i>Atractylis serratuloides</i>	1483
steppe de dégradation	20470
Cultures en sec	1966
Défrichement	2972
<i>Artemisia herba alba</i>	149,1
Sol nu	45,12
Dépression (Chott)	7332
<i>Peganum harmala</i> , <i>Noaea mucronata</i> et <i>Psammophytes</i>	5683
<i>Lygeum spartum</i>	325,7
<i>Stipa tenacissima</i>	22,96
Matorral	7,148

Contribution spécifiques des différentes familles de la zone d'étude

D'après (Figure 3) le nombre de familles dans la zone d'étude est estimé à 13 familles. La famille la plus dominante est représentée par les Astéracées avec 11 espèces puis en deuxième classe vient la famille des Poaceae avec 8 espèces. Ces deux familles sont caractérisées par leurs adaptations aux conditions extrêmes de sécheresse.

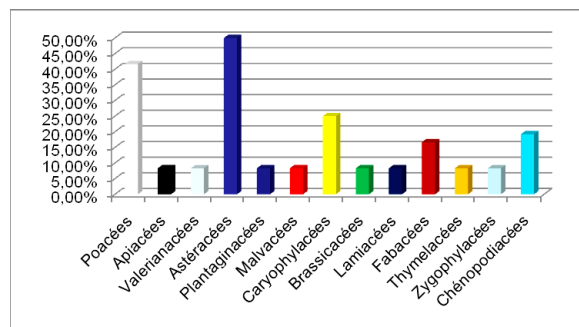


Figure 3. Contribution spécifique des principales familles de la zone d'étude.

Type biologique

La classification la plus utilisée pour la définition des types biologiques est celle de Raunkiaer (1918) les 5 principaux types biologiques suivants : Phanérophytes, Chaméphytes, Cémicryptophytes, Géophytes et Thérophytes. L'analyse du spectre biologique de la végétation de la zone d'étude (Figure 4) montre une nette dominance des Thérophytes dans la contribution au tapis végétal (53 %). Daget, (1980) en disant : « En fait, la thérophytie constitue de vie le plus contraignant l'impératif: germination et fructification massives, croissance rapide, sur un sol apte à conserver les graines ». Parmi les espèces à forte présence, il y'a : *Schismus barbatus*, *Launea nudicaulis* et *Bromus rubens*.

En deuxième position, il y'a les Chamaephytes avec une contribution de l'ordre de 21%, cela est dû à leur adaptation aux milieux arides comme le confirme Ellenberg *et al.* (1968) : « les Chamaephytes sont les plus fréquents dans les

matorrals et sont mieux adaptés à l'aridité ». Benabadji *et al.* (2004) ajoutent en disant que le pâturage favorise d'une manière globale les Chamaephytes souvent refusés par le troupeau.

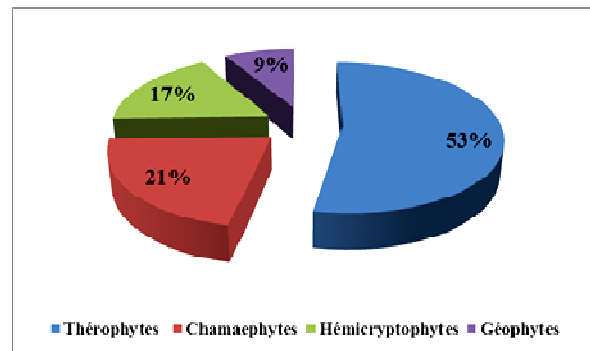


Figure 4. Spectre biologique de la zone d'étude.

Les Hémicryptophytes viennent en troisième position mais avec un taux un peu faible (17%) ; cela, peut s'expliquer par la pauvreté du sol en matière organique d'après Barbero *et al.* (1989). Les Géophytes prennent la dernière classe, sont représentées généralement par deux espèces qui sont *Stipa tenacissima* et *Lygeum spartum*. Barbero *et al.* (1989) signalent que les Géophytes régressent et disparaissent dans les pelouses et les zones steppiques.

Résultats pédologiques

Les résultats obtenus (Figure 5) ne font que confirmer les études déjà faites auparavant, qui indiquent que ces milieux steppiques sont caractérisés par une faiblesse remarquable en éléments essentiels à la pédogénèse et une mauvaise stabilité structurale, cela est dû à la faiblesse de l'activité biologique et au fait que l'évapotranspiration est plus grande que les précipitations. Ces facteurs agissent négativement sur l'évolution ce qui accélère le phénomène de désertification.

Les seize relevés sont caractérisés par un taux légèrement élevé de sel en raison de leur présence

proche du Chott, et par une épaisseur plus importante résultant de l'accumulation du sable.

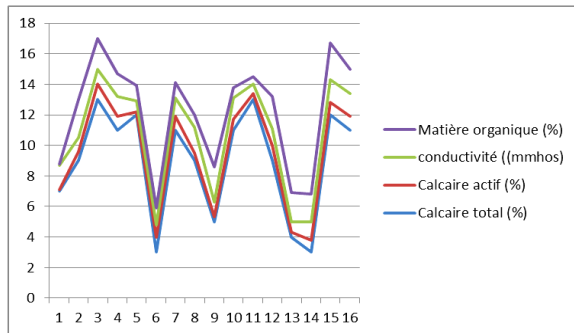


Figure 5. Résultats pédologiques de la zone d'étude.

Ces sols nécessitent une véritable prise en charge pour leur réhabilitation. En bordures du Chott Ech-Chergui vers le sud sont localisés les sols alluviaux, ce sont des sols minéraux bruts, sans matières organiques, de profondeurs inférieures à 50 cm et en général couverts par une mince pellicule de sable ou voile sableux dû à la déflation éolienne au plan agronomique (B.N.E.D.E.R, 1992).

DISCUSSION

L'exploitation des données issues du capteur *Landsat* accompagnées à des études de terrain permet de créer une base de données géoréférencées et mieux caractériser l'état réel du phénomène de désertification qui caractérise la zone steppique qui se trouve à proximité du Chott Ech Chergui ce qui altère la biodiversité du Chott. Les résultats de l'étude montrent clairement l'état de dégradation que connaît la région d'étude, ils sont récapitulés dans les points suivants :

- Dégradation du couvert végétal accompagnée d'un changement de type physiologique très marqué comme par exemple : l'*Alfa* et l'*Armoise blanche* qui ont été remplacées par des espèces indésirables comme : *Peganum harmala*, ...
- Prédominance de la texture sableuse, pH basique et la forte teneur en calcaire témoigne la faible stabilité structurale et la fragilité des sols de la région d'étude.
- Les Thérophytes occupent la grande partie du parcours ce qui justifie la perturbation du milieu causée par l'homme et son troupeau.

Du point de vue floristique l'étude de la végétation montre clairement l'action conjuguée de l'aridité du climat et de l'intervention défavorable de l'homme dans cet écosystème fragile. Cette situation se traduit par un changement brut dans les groupements physiologiques et par la forte contribution des espèces nouvelles indicatrices du phénomène de désertification comme *Thymealea microphylla*, *Peganum harmala*...etc. Ces résultats

coïncident avec l'étude faite par le Centre de Recherche Biologique et Terrestre de l'Université de Bab Ezzouar en 1980 pour l'élaboration de la carte pastorale de l'Algérie, qui note un changement de faciès indiquant une dégradation du milieu à travers l'évolution régressive de la composition floristique pour 11 stations sur 20. Les principaux changements floristiques souvent irréversibles qu'a connus la région se résument dans les points suivants :

- Augmentation de la contribution des espèces indicatrices de dégradation telles que : *Atractylis serratyloides* et *Noaea mucronata*.
- Apparition des espèces nouvelles indicatrices de désertification comme *Peganum harmala*.
- Le spectre biologique montre une large dominance des Thérophytes sur le tapis végétal ce qui témoigne la dégradation du milieu steppique par l'action anthropozoogénique.

Du point de vue pédologique, les facteurs responsables de la dégradation des sols de la zone d'étude sont: L'ensablement, la salinité et l'érosion accentuée par la pente et l'absence du couvert végétal (sécheresse et surpâturage). Des données récentes montrent que les phénomènes d'érosion hydrique et éolienne ont provoqué d'énormes pertes : près de 600.000 ha de terres en zone steppique sont totalement désertifiées sans possibilités de remontée biologique et près de 6 millions d'hectares sont menacées par les effets de l'érosion hydrique et éolienne (Ghazi et Lahouati, 1997).

Face à cette situation justifiée de forte préoccupation, Il serait très judicieux de bien préconiser un ensemble d'actions d'intervention: restauration, réhabilitation et réaffectation pour prendre en charge immédiatement ce problème d'envergure majeure.

REMERCIEMENT

Je tiens à exprimer ma gratitude à Monsieur Khalladi MEDERBAL mon directeur de thèse. Leurs suggestions, conseils et critiques, m'ont aidé à élaborer ma thèse. Je lui dois aussi une construction personnelle rendue possible par la confiance qu'il place dans ses étudiants et la grande liberté qu'il leur laisse.

REFERENCES

- Aidoud A. 1989. Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques pâturés des hautes plaines Algéro-Oranaïses (Algérie) : Fonctionnement et évaluation des ressources végétales. Thèse. Doct. U.S.T.H.B. Alger. 240 p.

- Afnor N. 1987. Qualité des sols. Méthodes d'analyses. Recueil des normes françaises.
- Bannari A., Morin D., Bonn F., Huete A.R. 1995. A review of vegetation indices. *Remote Sensing Reviews*. 13: 95-120.
- Barbero M., Bonin G., Loisel R., Quezel P. 1989. Sclerophyllus Quercus forests of the mediterranean area. *Ecological and ethological significance Bielefelder Okol. Beiter*. 4: 1-23.
- Benabadji N. 2004. Les sols de la steppe à *Artemisia herba-alba* Asso au Sud de Sebdou (Oranie, Algérie). *Synthèse : Revue des Sciences et de la Technologie*. 13: 20-28.
- Benabdeli K. 2010. Quelques réflexions sur la stratégie de gestion durable de la biodiversité dans le bassin méditerranéen : rôle de l'identification de seuils de perturbation acceptable des écosystèmes. Colloque International sur : Gestion et Conservation de la biodiversité continentale dans le Bassin Méditerranéen. Université de Tlemcen 11,12 et 13 octobre 2010.
- Benabdeli K., Mederbal K. 2014. Contribution à l'étude phytoécologique de la zone humide de la Macta (Algérie occidentale) rapport d'expertise 9 p.
- B.N.E.D.E.R. 1992. Etude du développement agricole dans la wilaya de Saida. Rapport final et documents annexes.
- B.N.E.D.E.R. 2010. Carte d'occupation du sol de la wilaya de Saida.
- Benabadji N., Bouazza M., Mahboubi A. 2001. L'impact de l'homme sur la forêt dans la région de Tlemcen. *Revue forêt méditerranéenne*. 4: 269-273.
- Braun-Blanquet J. 1951. Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. C.N.R.S. Paris. 297 p.
- Convention de Ramsar. 1971. Convention relative aux zones humides d'importance internationale particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau. 6 p.
- Corre J.J., Rioux J.A. 1969. Recherches phytoécologique sur les milieux psammiques du littoral méditerranéen français. *Oecol Plant*. 4: 177-194.
- Daget P.H. 1980. Sur les types biologiques botaniques en tant que stratégie adaptative, cas des thérophytes. In « Recherches d'écologie théorique ». Les stratégies adaptatives.
- Diouf A., Lambin E.F. 2001. Monitoring land-cover changes in semi-arid regions : remote sensing data and field observations in the Ferlo, Sénégal. *Journal of Arid Environments*. 48 : 129-148.
- Djebaili S. 1984. Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien algérien. OPU. Alger, 177 p.
- Ellenberg H., Mueller-Dombois D. 1968. A key to Raunkier plant life forms with revised subdivision. *Berichte des Geobotanischen Institutes der Eidgenössische Technische Hochschule Stiftung Rübel, Zürich*. 37: 56-73.
- El Moudden. 2004. Impact du prélèvement du bois de feu sur les parcours steppiques. Mémoire de troisième cycle, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Maroc, 138 p.
- Envi Version 4.5. 2008. The Environment for Visualizing Images Copyright (C) 2008, Research Systems, Inc.4990 Pearl, East Circle.Boulder, CO 80301, USA.
- Gassani J. 2003. Apport de la télédétection satellitaire à l'étude de la répartition et de la dynamique de la végétation d'une zone humide en milieu aride. Le lac d'Aleg (Brakna, Mauritanie). Mémoire de maîtrise, Université d'Angers, 103 p.
- Ghazia A., Lahouati R. 1997. Algérie 2010. Sols et Ressources biologiques. Doc.I.N.E.S.G., Alger, 38 p.
- Gounot M. 1961. Les méthodes d'inventaire de la végétation. *Bulletin du Service de la Carte Phytogéographique*. 6: 7-73.
- Godron M. 1966. Application de la théorie de l'information à l'étude de l'homogénéité et de la structure de la végétation. *Oecol Plant*. 1: 187-197.
- Huete A.R. 1988. A soil-adjusted vegetation index. *Remote Sensing of Environment*. 25: 295-309.
- Mayaux P., Eva H., Palumbo I., Grégoire J.M., Fournier A., Sawadogo L. 2003. Apport des techniques spatiales pour la gestion des aires protégées en Afrique de l'Ouest. Séminaire régional sur l'aménagement et la gestion des aires protégées d'Afrique de l'Ouest, Parakou, Bénin, 8p.
- Merot P., 1999. The influence of hedgerow systems on the hydrology of rural catchments in a Temperate Climate. *Agronomie*. 19: 655-669.
- Quezel P., Santa S. 1962-1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. C.N.R.S. Paris. 2 vol. 1170 p.
- Raunkier C. 1905. Biological type with reference to the adaption of plants to survive the unfavorable season. In Raunkier, 1934. Pp: 1-2.
- Steffen W., Sanderson A., Tyson P.D., Jage J., Matson P.A., Moore I.I.I.B., Oldfield F., Richardson K., Schellhuber H.J., Turner I.I.B.L., Wasson R.J. 2004. Global change and the Earth System: A Planet under Pressure, Global Change, the IGBP Series, Berlin, GR, Springer Verlag, Vol. XII, 336 p.