

Remote Sensing and Dynamic Landscapes in Arid and Semi Arid Area in Algeria: Cases of the Region of Nâama.

La télédétection et la dynamique des paysages en milieu aride et semi-aride en Algérie: Cas de la région de Nâama.

**Idriss HADDOUCHE, Algeria, Slim SAIDI, France
and Khelladi MEDERBAL, Algeria**

Mots clés : Steppe, Télédétection, Evolution diachronique, Désertisation, Algérie.

RESUME

Cette étude s'intéresse à la caractérisation de la désertisation dans les hautes plaines steppiques Sud-Oranaises d'Algérie par l'analyse de l'évolution diachronique, qui traduit mieux la réponse environnementale aux changements climatiques et aux pressions anthropiques. Elle aborde volontairement l'ensemble des facteurs relatifs à la problématique de la dynamique des paysages.

Pour ce faire, nous nous sommes basés sur une approche méthodologique multisource et une analyse spatiotemporelle intégrant plusieurs indicateurs, qui nous ont permis d'évaluer l'état de ce phénomène. Les traitements appliqués aux données télédéteectées sur la région de Naâma ont mis en évidence les changements qui ont affecté le secteur étudié et les caractéristiques du milieu écologique. L'étude diachronique par les images satellitaires nous a permis de faire des mesures de surfaces de la couverture du sol, entre deux prises de vues (par digitalisation et seuillage). On note que le taux de recouvrement de la végétation, entre moyen et fort, est passé de 39% à 7% de la zone entre 1987 et 2007. Cette régression est expliquée par l'augmentation du taux de recouvrement de végétation faible (< 30%) et les sols nus qui sont passés de 61% à 93%.

Les traitements des images satellitaires optiques à bi-dates et de capteurs différents ont mis en évidence une dégradation généralisée du couvert végétal qui accélère le processus de la désertisation dont l'impact socio-économique se traduit par la baisse de la production agricole et la réduction des espaces pastoraux, autant de facteurs qui alimentent l'exode rural massif vers les villes déjà surpeuplées comme Mécheria, Nâama et Ain-Sefra.

Keywords: Steppe, Remote Sensing, Evolution diachronic, desertization, Algeria.

ABSTRACT

This study focuses on the characterization of desertization in the high plains steppe of southern West Algeria Oranaise by analyzing changes over time, reflecting better environmental response to climate change and anthropogenic pressures. It addresses voluntary all factors relating to dynamic landscapes issue.

To do this, we are based on a multiple approach and spatial analysis incorporating several indicators, which enabled us to assess the state of this phenomenon. The treatment applied to remotely sensed data on the Naâma region highlighted the changes that have affected the study area and characteristics of the ecological environment. The diachronic study by the satellite images has allowed us to make measurements of surface ground cover between two shots (for digitizing and thresholding). It notes that the recovery rate of vegetation, between medium and high, decreases from 39% to 7% of the area between 1987 and 2007. This decline is explained by the low recovery rate of vegetation (<30%) and bare soil that are increased from 61% to 93%.

The processing satellite imagery optical bi-dates and different sensors have highlighted widespread degradation of cover plant which accelerates the process of desertization whose socioeconomic impacts can be interpreted by the decrease of agricultural production and reduced grazing spaces, as fuelling factors for mass exodus from rural areas to cities already overcrowded as Mecheria, Nâama and Ain-Sefra.

Dynamics of landscapes and desertization in Algeria: Cases of the region of Nâama

1. INTRODUCTION

Les zones arides sont, à l'heure actuelle, soumises à des pressions anthropozoïques importantes dont dépendent les phénomènes, parfois irréversibles, de désertisation [1]. La désertisation, en dépit des définitions que donnent les géographes, les phytosociologues, ...etc., est la poursuite du processus de la steppisation. Elle se traduit par la non régénération des espèces végétales et l'extension du paysage désertique. Les causes sont les mêmes que celles de la steppisation. En somme, si la steppisation touche le couvert végétal, la désertisation s'attaque, par contre, au sol.

En Algérie, la zone aride représente près de 95% du territoire national dont 80% dans le domaine hyper aride [2]. Néanmoins, la végétation steppique a fortement régressé, couvrant autrefois une partie importante de ces zones et est exposée aux effets néfastes de l'homme et à des conditions écologiques et climatiques agressives. Cette tendance à la dégradation de la végétation steppique est attestée par un ensemble de travaux de recherche sur ces milieux [3, 4, 5, 6, 7,8, 9,11...etc.]. Les images que nous envoient les satellites d'observation de la Terre sont une source capitale d'informations objectives, globales et actualisées [10]. Compte tenu de cet avantage, nous avons jugé utile d'entamer une démarche cartographique à l'aide de l'outil «Télétection» comme support d'application à une région aride, située au cœur des hautes plaines steppiques sud oranaises, en l'occurrence la wilaya de Nâama. L'utilisation des nouvelles approches, pour mesurer les états de dégradation à travers des analyses spatiales afin d'entreprendre de réelles options de gestion pour ces milieux devenus très fragiles et exposés au phénomène de la désertisation, reste incontournable.

2. MILIEU D'ETUDE

2.1. Le cadre géographique

La Wilaya de Nâama, se situe dans la partie occidentale des hauts plateaux aux confins algéro-marocains. Elle se décompose en deux grandes zones : une zone steppique au nord et une zone présaharienne au sud. La zone d'étude se répartit sur quatre communes (fig. 1) qui correspondent à la partie steppique de la Wilaya la plus touchée par la dégradation. Les principaux ensembles physiques, composant la zone d'étude, sont les suivants : Un cordon dunaire, dans la zone nord : la ville de Mécheria au pied de Djebel Antar ; la ville Nâama : chef lieu de wilaya et situé au sud de la zone d'étude ; la sebkha de Nâama au sud et le versant Nord Ouest de Djebel Melah situé au sud est de la zone d'étude, qui fait environ 20 Km de long avec un point culminant de 1693 m d'altitude.

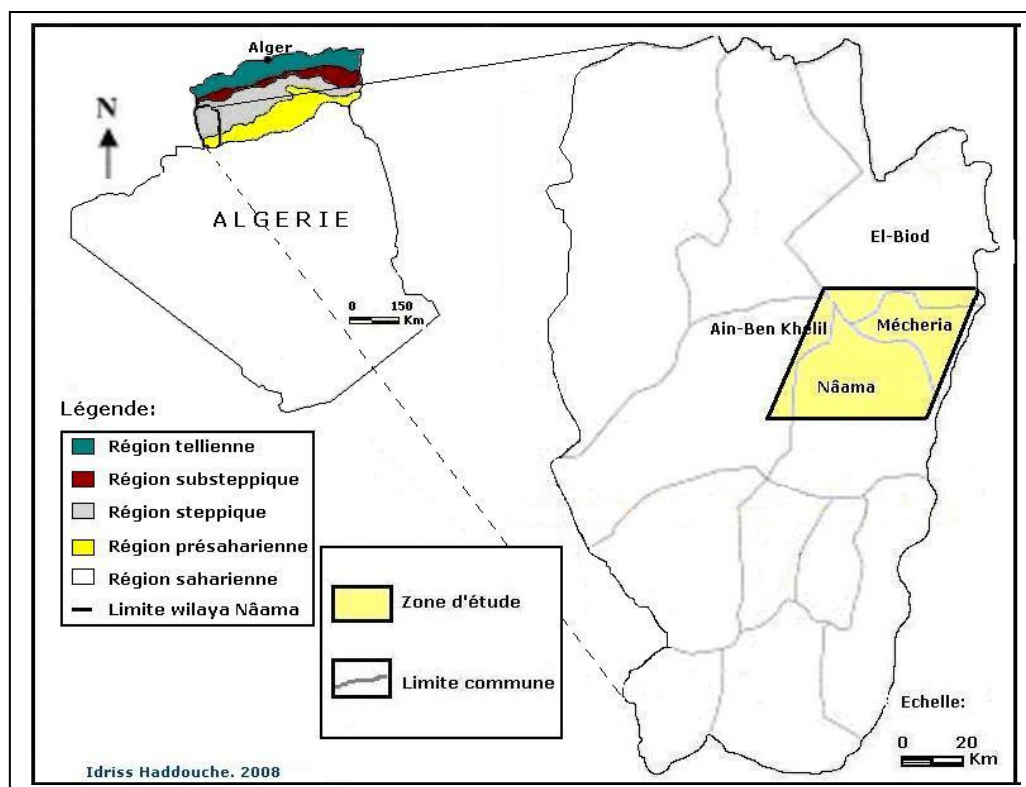


Figure n°1 : Localisation de la zone d'étude

2.2 Le milieu naturel

Les paramètres climatiques retenus sont ceux du poste météorologique de Mécheria (Algérie occidentale), situé au cœur de la zone d'étude. Avec 192,7 mm de pluviométrie moyenne annuelle présentant une grande variété interannuelle et intermensuelle. Le régime pluviométrique est de type APHE (Automne, Printemps, Hiver, Été), favorable à une activité végétative malgré la longueur de la période de sécheresse qui s'étale d'avril à octobre, le régime thermique, nettement contrasté, déterminant un climat de type continental. Le quotient pluviométrique d'Emberger est de 24,29 ce qui permet de classer la zone d'étude *dans* l'étage bioclimatique aride inférieur frais. Selon une étude récente [11], la station de Mécheria comptabilise 30 années humides contre 39 autres sèches sur une série météorologique de 99 ans (1907-2004). Ceci veut dire que cette région steppique risque clairement de «glisser» vers l'hyper aride ou saharien.

La structure de l'ensemble de la région se présente comme un vaste synclinal dissymétrique orienté OSO-ENE dont l'axe se situe très au sud, à la bordure des premiers affleurements de l'atlas saharien [1]. Les unités géomorphologiques, susceptibles d'être retenues, sont les reliefs, les surfaces d'érosion polygéniques sur les dépôts du Tertiaire Continental, les glacis d'érosion polygénique de versants, les cuvettes de décantation et les dayas, les chenaux d'oueds alluvionnés, les formations éoliennes et enfin la grande sebkha de Nâama.

Les sols de cette zone sont en général peu épais, parfois inexistant. Ils sont caractérisés par une évolution beaucoup plus régressive que l'inverse (la morphogenèse l'emporte sur la pédogénèse). Les types de sols, rencontrés dans la région, sont suivant leur nature lithologique, type grés, calcaire, marne et argiles. Selon une étude faite sur la région [8], des analyses de laboratoire ont été faites et elles ont donné trois types de textures : sableuse, sablo-limoneuse et sablo-argileuse. Une nette prédominance de la texture sableuse apparaît dans le premier horizon. La végétation steppique de la région de Nâama est souvent en état de déséquilibre avec les conditions du milieu. Ces déséquilibres peuvent être d'origine naturelle mais, aujourd'hui au sein du site, la plupart des successions végétales sont perturbées par les activités humaines (dégradation du tapis végétal, accroissement de l'urbanisation, surexploitation des sols, surpâturage...) [8]. L'apparition des espèces de *Peganum harmala*, *Salsola vermiculata* et *Thymelaea microphylla* est le signe d'une dégradation très importante du couvert végétal par le surpâturage [5].

3. APPLICATION

3.1 Données utilisées

Comme données numériques, deux scènes images à haute résolution ont été retenues pour notre application:

- une scène image Spot 4 (SpotView), capteur Multispectral XS du 26 Mars 2007. La période de prise de vue de cette image coïncide avec la fin de la saison des pluies, pour une bonne appréciation du couvert végétal. La résolution au sol est de 20 m x 20 m ;
- une scène image Landsat 5, capteur Thematic mapper du 25 Avril 1987, téléchargée gratuitement à partir d'un site Internet NASA (image archivée). La résolution au sol de l'image TM est de 30 m x 30 m ;
- Un modèle numérique de terrain (MNE) de 20 m de résolution, à la même taille que l'image, a été exploité pour l'établissement de la carte des précipitations et par la suite du Coefficient d'Efficacité Pluviale (CEP).

Des relevés de végétation ont été effectués sur l'ensemble de la surface concernée par l'étude à la date de prise de vue de l'image SpotView 2007. Ceci, nous a permis de quantifier la productivité actuelle de ce milieu (la biomasse) pour un diagnostic écologique.

3.2 Approches méthodologiques

La méthodologie adoptée dans le présent travail se base en premier lieu sur les traitements des deux images satellitaires (SPOTView et Landsat TM). Des prétraitements ont été appliqués pour mieux exploiter l'information spatiale et radiométrique de ces deux images. Par la suite, trois étapes chronologiques ont été suivies dans notre démarche méthodologique :

- Comparaison du taux de recouvrement de la végétation par seuillage du PVI (Perpendicular Vegetation Index) des 2 dates (1987 et 2007) ;
- Caractérisation de la productivité du milieu par le CEP dit aussi « Rain Use Efficiency » (RUE) et établissement d'un indice de sensibilité à la désertisation en fonction de ce même coefficient. Il exprime la quantité de matière sèche produite sur un hectare en un an pour chaque millimètre d'eau reçu (kg ms/ha/an/mm). Ce concept unificateur en écologie des zones arides, né dans les steppes nord-africaines est maintenant d'un usage généralisé à l'échelle mondiale [5]. L'indice de sensibilité à la désertisation en fonction du RUE est un indice de quantification [9, 12, 13] .

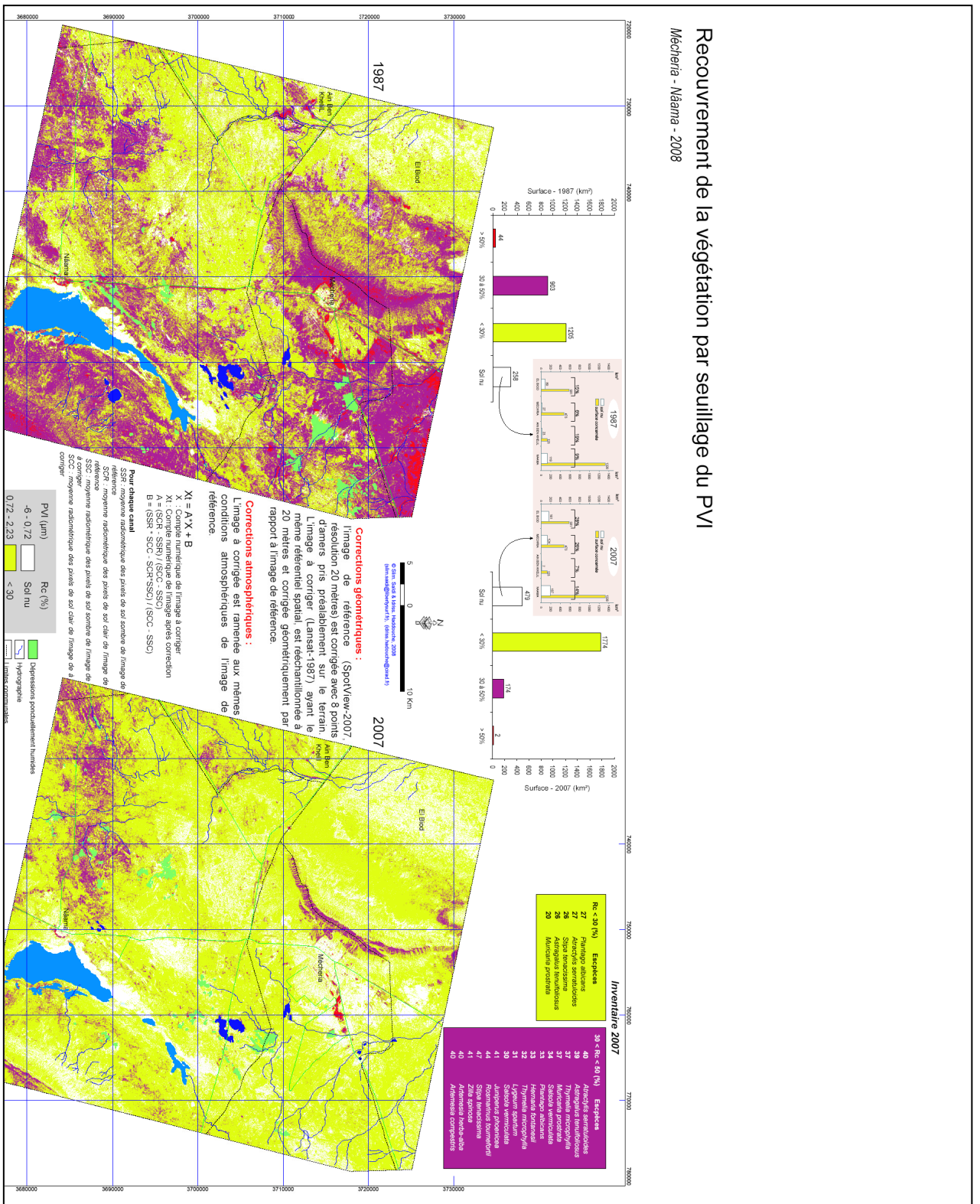
4. RESULTATS

La végétation de cette région steppique, comme toute la steppe d'ailleurs, a connu durant de longues décennies une agression permanente qui l'a conduite à une régression dans des proportions alarmantes. Ainsi, l'écosystème connaît un équilibre délicat et très fragile. Le taux de couverture de la végétation a considérablement diminué dans l'espace de 20 ans où la classe des sols nus a pris le dessus par rapport aux autres classes de recouvrement. Le constat indiquerait une dégradation avancée de ces zones steppiques, au cours des deux dernières décennies, due aux périodes de sécheresse. Ces périodes auraient accéléré la régression du couvert végétal et amplifié les facteurs d'érosion et de désertisation ; une régression de la superficie végétale assez considérable alors que le taux d'occupation du cheptel (équivalent mouton) a atteint 3 têtes à l'hectare en moyenne et le taux d'urbanisation a nettement augmenté pour les deux villes, Mécheria et Nâama. Le taux d'occupation de sols nus est passé de 6% à 26% pour Mécheria (fig.2). A l'inverse, la commune d'Ain Ben Khelil a connu une régression des sols nus (19% en 1987 passée à 07% en 2007). Mais ce qui a attiré plus notre attention, en comparant visuellement les 2 images (1987 et 2007), c'est le passage de la classe dont le taux était entre 30 et 40% de couverture en 1987 à une classe où le taux est inférieur à 30% en 2007. Ceci explique l'état de dégradation très poussée qu'a connu cette région steppique à l'exception de quelques endroits bien visibles sur les cartes résultats. Les résultats du diagnostic écologique, par la biomasse combiné à la carte pluviométrique, nous a permis une caractérisation de la productivité par le RUE. Le croisement de ces données nous a permis de dégager cinq classes de sensibilité à la désertisation (du pas sensible au désertifié). A travers l'analyse spatiale (fig. 3) ces résultats nous permettent de distinguer les zones à productivité nulle (désertifiées) de celles qui ont une faible à très faible productivité et qui sont fortement menacées par le phénomène de désertisation (moyennement sensibles à très sensibles) et qui nécessitent une gestion d'aménagement avant qu'il ne soit trop tard. En plus des zones à productivité nulle (des surfaces désertifiées), le CEP nous a révélé que plus des 2/3 de la superficie touchée par l'étude présentent des zones à faible et à très faible productivité, aboutissent à des CEP inférieurs à l'unité, allant de 0,5 – 3 kg ms/ha/an/mm (végétations dégradées par un surpâturage intense et prolongé). Les résultats montrent clairement que la région de Mécheria reste la plus menacée par rapport aux autres communes avec la dominance des trois premières classes oscillant entre 0 et 3 kg ms/ha/an/mm. Contrairement à ces états de dégradation, la région de Ain-Ben Khelil montre un autre visage de dynamique. La mise en défens, le sous-pâturage temporaire, le pâturage différé et d'autres

techniques de régénération, entretenues ces dernières années malgré un effectif équivalent mouton supérieur par rapport à celui des autres communes concernées par cette étude, ont permis de contribuer à augmenter la productivité des parcours dans la partie est de la superficie concernée par l'étude, déterminée par un facteur de 3 à 6 kg ms/ha/an/mm (conditions favorables à bonnes au pâturage).

Recouvrement de la végétation par seuillage du PVI

Méchéria - Nâama - 2008



Analyse spatiale de la désertisation

Mécheria - Nâama - 2008

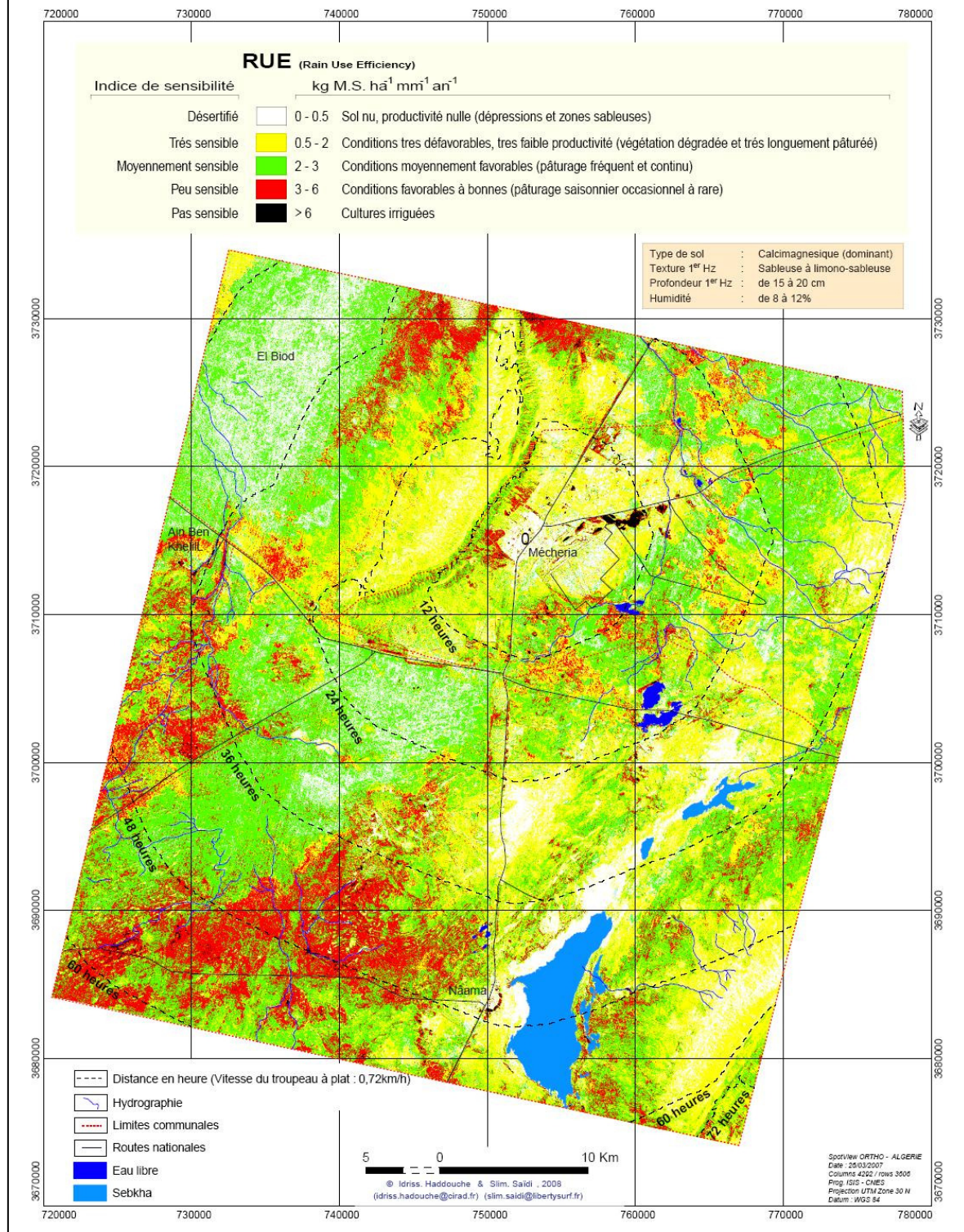


Figure n°3 : Analyse spatiale de la désertisation dans la région de Nâama.

5. DISCUSSION

Contrairement à ce qu'on aurait pu penser, il ne semble pas que la saisonnalité des précipitations joue un rôle capital dans la productivité des parcours [13]. Le CEP était de $4,0 \pm 0,3$ à l'échelle des zones arides mondiales dans les années 1960-1980 .

Les écosystèmes en bon état dynamique, correspondant à des végétations peu dégradées, réhabilitées ou restaurées, montrent des CEP de l'ordre de 4 à 8 kg ms/ha/an/mm sous des pluviosités moyennes annuelles de 80-150 mm, notamment sur des sols sableux [4]. Selon LE HOUEROU (2005), le CEP varie peu d'une région climatique à une autre. Dans notre zone d'étude, le CEP semble beaucoup plus sensible à la dynamique de la végétation (en dégradation permanente) comme le montre clairement la carte bi-date (fig. 3) et au fonctionnement de l'écosystème plus qu'à la saisonnalité des précipitations. C'est le cas remarquable de Ain-Ben Khelil par rapport aux autres superficies des communes concernées par cette étude.

Par contre, les activités, de plus en plus destructrices de l'homme sur le milieu, engendrées par l'augmentation de la population et l'utilisation des techniques employées sans discernement, sont certainement les causes principales de l'accélération de la dégradation des terres, d'où le phénomène de désertisation qui s'installe. Son impact socio-économique se traduit par la baisse de la production agricole et la réduction des espaces pastoraux, autant de facteurs qui alimentent l'exode rural massif vers les villes déjà surpeuplées comme Mécheria, Nâama et Ain-Sefra [14].

«C'est l'homme qui crée le désert, le climat n'est qu'une circonstance favorable», disait en 1959, LE HOUEROU [15].

6. CONCLUSION

L'utilisation des approches basées sur l'exploitation des données satellitaires multitudes (1987 & 2007) du capteur Thematic Mapper (TM) de Landsat 5 et du capteur multispectral (XS) de Spot 4 nous a permis l'obtention d'un ensemble de cartes et des indices qui, à leur tour, nous ont aidé à apercevoir les changements parvenus dans le milieu, copieusement régressifs que progressifs. Toutefois et après analyse globale des résultats, il s'avère que la zone d'étude, même si elle est sérieusement exposée au phénomène de la désertisation, présente des potentialités écologiques à ne pas négliger et nécessitent d'être entretenues. Du point de vue des progressifs, et même s'ils ne sont pas significatifs par rapport à l'étendue de la zone d'étude, les mises en défens ont montré une certaine satisfaction. Toutefois, les inquiétudes soulevées par la dégradation du milieu physique de la région de Mécheria, ont donné lieu à plusieurs analyses des causes et des effets de cette situation purement régressive. Cette région, identifiée actuellement comme territoire dégradé à très dégradé, est, dans la majeure partie, le résultat des actions anthropiques (surpâturage). Si des mesures urgentes ne soient pas prises, cette dégradation, accentuée par le phénomène de sécheresse, peut aggraver les processus de

dégradation dont dépendent les phénomènes, parfois irréversibles de désertisation. A ce stade là, la viabilité des milieux naturels et la durabilité des ressources (sol, faune, flore,...etc.) seront complètement compromises.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] MANIERE R. & CHAMIGNON C., 1986. *Cartographie de l'occupation des terres en zones arides méditerranéennes par télédétection spatiale. Exemple d'application sur les hautes plaines sud oranaises ; Mécheria au 1/200.000^{ème}*.
Ecologia mediterranea ; Tome XII .Fax 1-2. PP 159-185.
- [2] HALITIM A., 1988. *Sols des régions arides d'Algérie*. O.P.U., Alger, 1988; 384 p.
- [3] LE HOUEROU HN., 1993. *Changements climatiques et désertisation*.
Revue Sécheresse 1993 ; Vol. N°4 : PP. 95 – 111.
- [4] LE HOUEROU HN., 2005. *Problèmes écologiques du développement de l'élevage en région sèche*. Revue Sécheresse. Vol. 16, N° 2, Juin 2005, PP. 89-96.
- [5] LE HOUEROU HN., 1995. *Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. Diversité biologique, développement durable et désertisation*. Option Médit. Série B n° 10. CIHEAM & ACCT. 396 p.
- [6] BOUCHETATA T., 2002. *Diagnostic écologique – désertification et analyse des stratégies en milieu steppique algérien*. Revue des Sciences de la nature et de l'environnement « Ecosystèmes », Vol 2 Sidi Bel Abbes, pp. 43-51.
- [7] HADDOUCHE I., MEDERBAL K., & SAIDI S., 2007. *Space analysis and the detection of the changes for the follow-up of the components sand-vegetation in the area of Mecheria, Algeria*. Revue S.F.P.T. n°185 (2007-1), France ISSN 1768-9791
- [8] BOUCHETATA T. et BOUCHETATA A., 2005. *Dégradation des écosystèmes steppiques et stratégie de développement durable. Mise au point méthodologique appliquée à la Wilaya de Nâama (Algérie) : Développement durable et territoire*. Varia, mis en ligne le 2 sept.2005.
- [9] HADDOUCHE I., 2009. *La télédétection et la dynamique des paysages en milieu aride et semi-aride en Algérie: Cas de la région de Nâama*. Thèse Doctorat, Univ. Tlemcen, 234 p.
- [10] SCANVIC J.Y., 1983. *Utilisation de la télédétection dans les sciences de la terre. Manuels et méthodes dans les sc. de la terre. Manuels et méthodes*. BRGM, Fr.158P
- [11] HIRCHE A., BOUGHANI A. et SALAMANI M., 2007. *Evolution de la pluviosité annuelle dans quelques stations arides algériennes*.
Revue Sécheresse 2007 ; Vol. 18 N°4 : PP. 314 – 320.
- [12] GINTZBURGER G. , SAIDI S. et SOTI V., 2005. *Rangelands of the Ravnina Region in the Karakum Desert (Turkmenistan). Current Condition and Utilisation. Modelling the Impact of Market Reform on Central Asian Rangeland*. DARCA Projet: ICA2-CT-2000-10015). 121p.

[13] GUEVARA J. C., ESTEVEZ O. R. and TORRES E. R. , 1996 . *Utilization of the rain-use efficiency factor for determining potential cattle production in the Mendoza plain, Argentina*. Journal of Arid and Env Journal. Vol. 33, 1996, PP. 347-353.

[14] HADDOUCHE I., TOUTAIN B., SAIDI S. & MEDERBAL K., 2008. *Comment concilier développement des populations steppiques et lutte contre la désertification? Cas de la wilaya de Nâama (Algérie)*. Revue NEW MEDIT CIHEAM IAM-Bari “*Mediterranean Journal of Economics, Agriculture and Environment*” Vol. VII - n. 3/2008. ISSN:1594-5685. PP.25 - 31.

[15] LE HOUEROU H.N., 1959. *Recherches écologiques et floristiques sur la végétation de la Tunisie méridionale*. Ouvrage, mémoire n°6, Institut de Recherches Sahariennes, Univ. d’Alger. (Deux parties : la végétation et la flore) Ouvrage publié avec le concours du CNRS.

CONTACTS

Idriss HADDOUCHE,

Dépt.des Sciences Agro-Forestières Faculté SNV-STU BP 230 Univ. ABBTlemcen, 13000 (Algérie)

Email: hidriss02@yahoo.fr

Slim SAIDI,

Consultant international /CIRAD, Montpellier (France).

Khelladi MEDERBAL,

Professeur Ecologiste Université de Mascara