

« LA TELEDETECTION ET LA DYNAMIQUE DES PAYSAGES EN MILIEU ARIDE EN ALGERIE: LE CAS DE LA REGION DE NAÂMA ».

*REMOTE SENSING AND DYNAMIC LANDSCAPES IN ARID AREA IN ALGERIA:
THE CASE OF THE REGION OF NAAMA.*

Auteurs : HADDOUCHE Idriss ⁽¹⁾ ; SAIDI Slim ⁽²⁾ et TOUTAIN Bernard ⁽³⁾

⁽¹⁾ Département de Foresterie, Faculté des Sciences, Université de Tlemcen BP 119 TLEMCCEN 13000 (Algérie). Email: hidriss02@yahoo.fr

⁽²⁾ Ecologue, consultant international/CIRAD, Montpellier (France)

⁽³⁾ CIRAD, URPP 68, Département Environnement et Sociétés TA 30/E 34398 Montpellier CEDEX 5 (France).

PS2D PROSPECTIVE STRATÉGIES
ET DÉVELOPPEMENT DURABLE

ENERGIES, CHANGEMENTS CLIMATIQUES
ET DEVELOPPEMENT DURABLE

Hammamet (Tunisie), 15,16 et 17 juin 2009

Thème n° 6. Gestion des ressources naturelles (eau, sol, hydrocarbures, ...).

RESUME :

Depuis le début du XX siècle, le déséquilibre auquel sont assujetties les zones arides et semi-arides en Algérie est dû en particulier à l'augmentation de la population et de son niveau de vie avec trois conséquences principales: déforestation, surpâturage, culture en « sec ». Encore, l'espace steppique est un écosystème fragile parce que soumis à une forte pression qui trouve son explication dans le fait que la population pastorale recherche tout à la fois, la satisfaction de ses besoins essentiels et le maintien d'une activité pastorale principale source de revenu. En conséquence, la dégradation intense de ces milieux fragiles induit la désertisation.

L'étude qui est ici présentée cherche à montrer, à partir d'un essai d'application sur une région test des Hauts Plateaux Sud-Ouest Algérien (région de Naâma), l'apport de nouvelles possibilités de mesure de sensibilité à la désertisation en utilisant le taux de recouvrement de la végétation par seuillage du P.V.I. (Perpendicular Vegetation Index) de 2 images satellitaires en bi-date (Landsat 1987 et SpotView 2007) et le coefficient d'efficacité pluviale (C.E.P.), dit aussi Rain Use Efficiency (R.U.E.). Ce dernier permet la quantification de la matière sèche produite sur un hectare en un an pour chaque millimètre d'eau reçu (kg MS/ha/an/mm). Le croisement de ces données nous a permis de dégager cinq classes de sensibilité à la désertisation (du pas sensible au désertisée).

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 mesures quantitatives de la désertisation par le C.E.P. ont révélé que cette région, en plus des endroits désertisés, est fortement menacée par le phénomène de désertisation où on trouve plus que les 3/4 de la superficie d'étude réparties sur quatre communes couvertes par l'image sont entre moyennement sensibles à très sensibles. La commune de Mécheria reste la plus exposée à tel phénomène et nécessite des mesures d'urgence par une option de gestion rigoureuse.

Mots clés : Télédétection, Evolution diachronique, C.E.P., Désertisation, Naâma, Algérie.

ABSTRACT:

From the beginning of the 20th century, the disequilibrium characterizing the arid and semi arid areas in Algeria has been mainly provoked by the demographic growth and the increase in its standard of living with three main consequences: deforestation, overgrazing and dry culture. Again, the steppe ecosystem is fragile because under strong pressure that is explained by the fact that the pastoral population research while at the same time, the satisfaction of basic needs and maintaining a pastoral source income. Accordingly, the degradation of these fragile induces desertization.

The study presented here focuses on the characterization of desertization in the high plains area in south-western Algeria (region of Naama) seeks to show providing new opportunities for measuring sensitivity desertization using the recovery rate of vegetation by thresholding of P.V.I. (Perpendicular Vegetation Index) of 2 satellite images bi-date (Landsat 1987 and SpotView 2007) and the Rain Use Efficiency (R.U.E.). This allows the quantification of dry matter produced on one hectare in one year for each millimeter of water received (kg DM / ha / year / mm). The crossing of these data we identified five classes of sensitivity to desertization (not sensitive to the desertized).

It notes that the recovery rate of vegetation, between medium and high, rose from 39% to 7% of the area between 1987 and 2007. This decline is explained by the increased recovery rate of vegetation low (<30%) and bare soil that are increased from 61% to 93%. The quantitative measures of desertization by R.U.E. revealed that this region, then most desertized places, is strongly threatened by the phenomenon of desertization where there are more than 3/4 of the area of study spread over four locations covered by the image are in moderately susceptible to highly susceptible. The Mecheria location remains the most exposed to this phenomenon and requires urgent action by an option of management.

Keywords: Remote sensing, Diachronic evolution, R.U.E., Desertization, Naama, Algeria.

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 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, 10...etc.].

Les images que nous envoient les satellites d'observation de la Terre sont une source capitale d'informations objectives, globales et actualisées [11]. 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. Compte tenu de cet avantage, nous avons jugé utile d'entamer une démarche cartographique à l'aide de l'outil «Télédétection» comme support d'application à une région aride, située au cœur des hautes plaines steppiques sud oranaises d'Algérie, en l'occurrence la wilaya de Naâma.

De ce fait, cette étude s'intéresse à la caractérisation de la désertisation 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 de la zone d'étude, de façon à faire apparaître les relations entre ces facteurs. L'objectif étant de mieux maîtriser les changements.

2. MILIEU D'ETUDE :

2.1. Le cadre géographique :

La Wilaya de Naâma, 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 composants 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 Naâma, chef lieu de wilaya et situé au sud de la zone d'étude ; la sebkha de Naâma, 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.

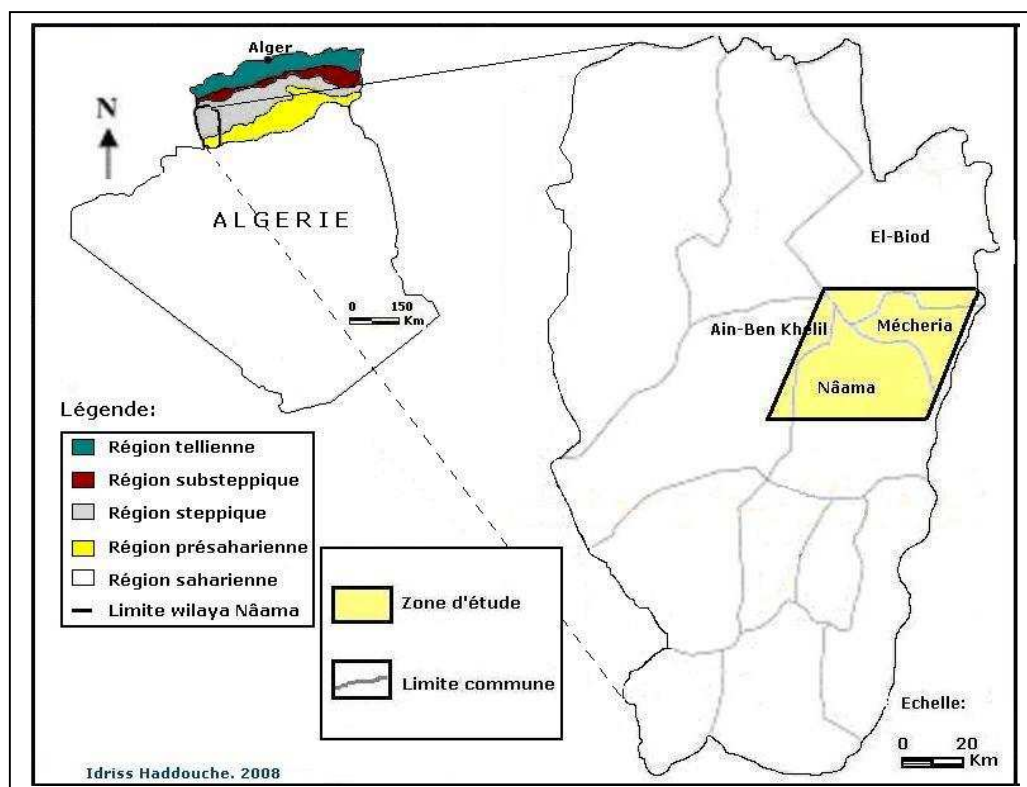


Figure n°1 : Localisation de la zone d'étude.

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 A.P.H.E. (Automne, Printemps, Hiver, Eté), 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 [9], 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 décantations et les dayas, les chenaux d'oueds alluvionnés, les formations éoliennes et enfin la grande sebkha de Naâma.

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 qui l'emporte sur la pédogenèse). 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 qui apparaît dans le premier horizon.

La végétation steppique de la région de Naâma 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 (U.S.G.S. *Landsat Image Archive*). La résolution au sol de l'image TM est de 30 m x 30 m ;
- Un modèle numérique de terrain (M.N.E.) 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 (C.E.P.).

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 cette image. Par la suite, trois étapes chronologiques ont été suivies dans notre démarche méthodologique :

- Comparaison du taux de recouvrement de la végétation par seuillage du P.V.I. (Perpendicular Vegetation Index) des 2 dates (1987 et 2007) ;
- Caractérisation de la productivité du milieu par le C.E.P. dit aussi Rain Use Efficiency (R.U.E.) et établissement d'un indice de sensibilité à la désertisation en fonction de cet 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 R.U.E. est un indice de quantification [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 la 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 diminuer 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 Naâma. Le taux d'occupation de sols nus est passé de 6% à 26% pour Mécheria (fig.2). A l'inverse, la commune de 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 visible 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 R.U.E. Le croisement de ces données nous a permis de dégager cinq classes de sensibilité à la désertisation (du pas sensible au désertisée). A travers l'analyse spatiale (fig. 3) ces résultats nous permettent de distinguer les zones à productivité nulle (zones désertisées) de ceux qui ont une faible à très faible productivité et qui sont fortement menacées par le phénomène de désertisation (zones moyennement sensibles à très sensibles) et qui nécessitent une gestion d'aménagement avant qu'il soit trop tard.

En plus des zones à productivité nulle, le C.E.P. 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 C.E.P. 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, déterminé par un facteur de 3 à 6 kg MS/ha/an/mm (conditions favorables à bonnes au pâturage).

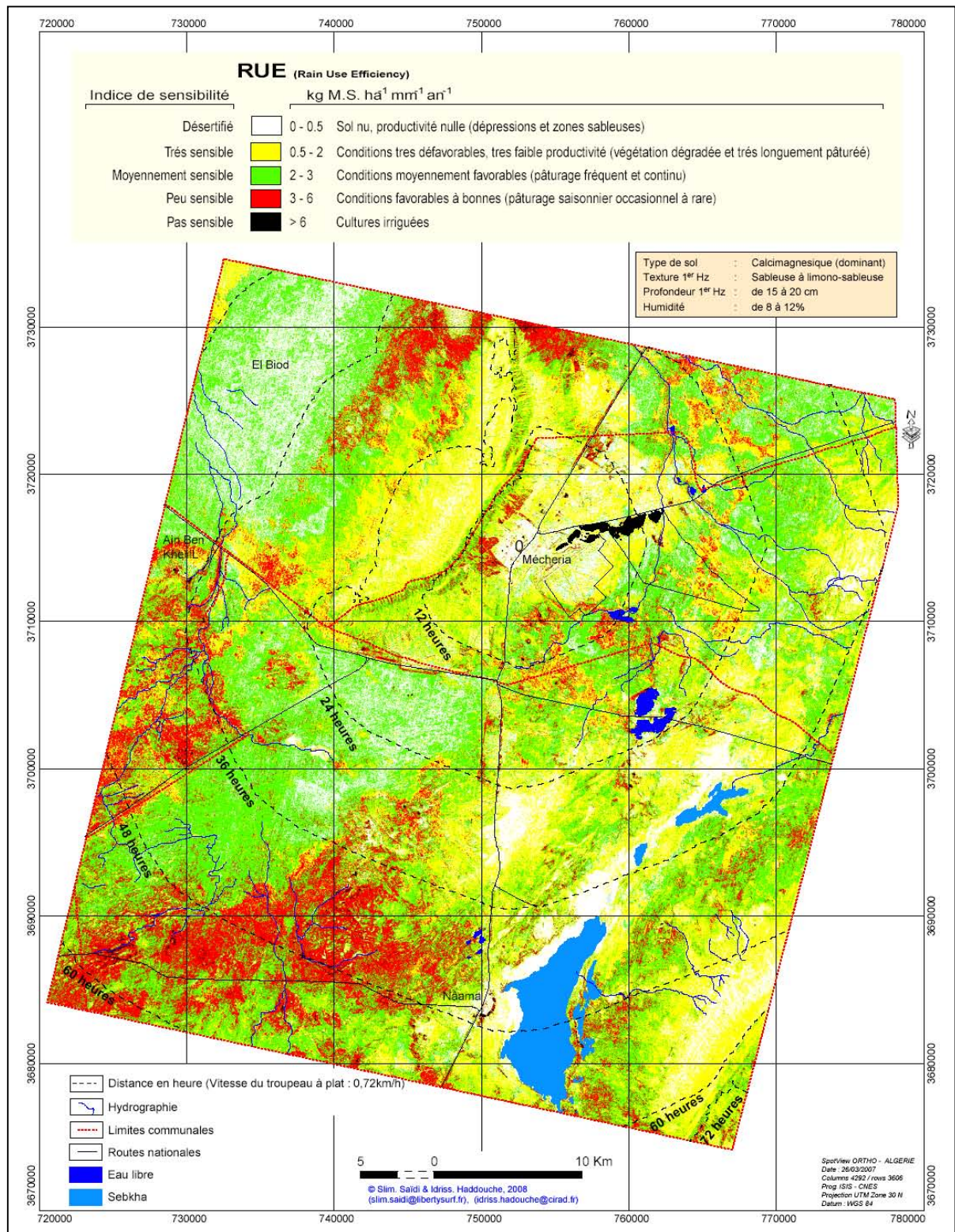


Figure n°3 : Analyse spatiale de la désertisation dans la région de Naâma.

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 C.E.P. 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 C.E.P. 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 ce même auteur, le C.E.P. varie peu d'une région climatique à une autre. Dans notre zone d'étude, le C.E.P. 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 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 plus l'utilisation des techniques employées sans discernement, sont certainement les causes principales des progrès de la dégradation des terres, d'où le phénomène de désertisation qui s'installe. «*C'est l'homme qui crée le désert, le climat n'est qu'une circonstance favorable*», disait en 1959 LE HOUEROU [14].

6. CONCLUSION :

L'utilisation des approches basées sur l'exploitation des données satellitaires multidates (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. De point de vue progressifs, et même s'ils ne sont pas significatifs par rapport à l'étendu 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 en compte, 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 compromis.

7. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- [1] MANIERE R. et 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 H. N., 1993 - Changements climatiques et désertisation. *Revue Sécheresse* 1993 ; Vol. N°4 : PP. 95 – 111.

- [4] LE HOUEROU H.N., 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. C.I.H.E.A.M. & A.C .C.T. 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 , PP. 43-51.
- [7] HADDOUCHE I., MEDERBAL K. and 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 SFPT* n°185 (2007-1), France. PP 26 - 29.
- [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 Naâma (Algérie) : *Développement durable et territoire*. Varia, mis en ligne le 2 sept. 2005.
- [9] 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.
- [10] HADDOUCHE I., TOUTAIN B., SAIDI S. et MEDERBAL K., 2008 - Comment concilier développement des populations steppiques et lutte contre la désertification? Cas de la wilaya de Naâma (Algérie). *Revue NEW MEDIT CIHEAM IAM-Bari "Mediterranean Journal of Economics, Agriculture and Environment"* Vol. VII - n. 3/2008. PP. 25 - 31.
- [11] 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*. B.R.G.M., France. 158P
- [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 (INCO-COPERNICUS/RTD *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 Environments*. Vol. 33, 1996, PP. 347-353.
- [14] LE HOUEROU H.N., 1959 - Recherches écologiques et floristiques sur la végétation de la Tunisie méridionale. *Ouvrage, mémoire* n°6, Institut de Recherches Sahariennes, Université d'Alger. Ouvrage publié avec le concours du C.N.R.S.
- Première partie : Les Milieux Naturels, la Végétation, 281 p.
 - Deuxième partie : La Flore, 229 p.

Remerciements :

Nos sincères remerciements s'adressent à :

- **Henri Noël LE HOUEROU** qui nous a fait profiter de sa grande expérience de chercheur sur les milieux steppiques, en particulier sur le problème de désertisation ;
- **Philippe DAGET** qui nous a fait bénéficier de son expérience au cours de longues conversations. Il nous a utilement conseillé sur les problèmes climatiques;
- **Gustave GINTZBURGER** qui nous a fait de judicieuses critiques du point de vue méthodologique.