

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE HOUARI BOUMEDIENE

جامعة هواري بومدين للعلوم و التكنولوجيا

FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES

معهد العلوم البيولوجية



RESUME DE MEMOIRE

MAGISTER

EN : SCIENCES DE LA NATURE

Spécialité : Ecologie et Environnement (E.D)

Par : YAHIAOUI Ibrahim.

SUJET :

***Evaluation de la dynamique spatiale de l'occupation du sol  
dans la plaine du Bas – Cheliff (Algérie)  
Apport de la Télédétection.***

Soutenu publiquement le : 03/07/2011, devant le Jury composé de :

Mme NEDJRAOUI D. Professeur à l'U.S.T.H.B.

Présidente.

Mr DOUAOUI A.E.K. Professeur au C.U.Khemis Miliana.

Directeur de mémoire.

Mme KADI HANIFI Y. Professeur à l'U.S.T.H.B.

Examinatrice.

Mme KADIK L. Professeur à l'U.S.T.H.B.

Examinatrice.

Mr GUETTOUCHE M.S. Professeur à l'U.S.T.H.B.

Examinateur.

## **Résumé**

La plaine de Bas Cheliff connaît une dynamique spatio-temporelle très active de l'occupation et l'utilisation des sols. La télédétection a été utilisée pour détecter et étudier ces changements au cours des trois dernières décennies.

L'analyse numérique des images satellitaires correspondant aux années 1988, 1992, 2000, 2001 et 2005 a montré l'importance de l'effet saisonnier sur l'extension et la densité de la couverture végétale qui est sous la dépendance étroite de la pluviométrie. D'autres facteurs interviennent aussi sur cette végétation telle que la salinité et l'hydromorphie qui peuvent constituer selon les zones et les saisons des facteurs limitant le développement naturel ou agricole du végétal.

L'extension des zones urbaines n'a pas épargné les terres agricoles qui sont souvent les plus fertiles et les moins salées. Cette évolution a été très rapide entre les années 1988 et 2000 suite à l'exode rural massif de la population survenu au cours de cette période.

**Mots clés : Bas-Cheliff, Occupation du sol, Télédétection.**

# Table des Matières

<b>INTRODUCTION</b> .....	1
<b>1. Présentation de la Zone d'étude</b> .....	2
1.1. Le Milieu physique : .....	2
1.1.1. Le climat.....	2
1.1.2. Précipitations .....	3
1.1.3. Températures .....	3
1.2. La salinisation des sols du Bas – Cheliff : .....	5
<b>2. Matériel et Méthodes</b> .....	6
2.1. Acquisition des données sur les états de surfaces .....	6
2.2. Acquisition des images utilisées .....	6
2.3.1.. Correction atmosphérique .....	7
2.3.2. Correction géométrique.....	8
2.4. Choix des Zones étudiées .....	8
2.5. Méthodes Utilisées .....	9
2.5.1. Détection de la dynamique de la végétation.....	9
2.5.2. Evolution des superficies des zones étudiées .....	9
<b>3. Résultats et Discussion</b> .....	10
3.1. Evaluation de la dynamique de la végétation.....	10
3.2. Evolution des superficies des zones étudiées .....	11
3.2.1. Les superficies agricole .....	11
3.2.2. Les Superficies urbaines.....	12
3.3. Comparaison saisonnière.....	12
3.3.1. Comparaison de Végétation .....	12
3.3.2. Comparaisons des sols nus .....	13
3.3.3. Comparaison des étendues d'eau libre .....	13
3.4. Discussion générale :.....	14
3.4.1. La Pluviométrie .....	14
3.4.2. La Salinité .....	14
3.4.3. L'hydromorphie .....	15
3.4.4. Détection des anomalies de la végétation.....	15
3.4.5. SPOT Végétation décadaire .....	16
<b>CONCLUSION</b> .....	19
<b>Références Bibliographiques</b> .....	20

## INTRODUCTION

L'étude de la couverture biophysique caractérise une certaine organisation de l'espace qui est sous la double influence du milieu physique et de l'activité humaine dans un environnement socio-économique déterminant. Donc, « l'occupation du sol » donne une illustration de cette « confrontation continue entre la société et son milieu » (Baudry et Burel, 1999), exprimant à un instant donné un état de ces relations qui impliquent des structures changeantes dans l'espace et dans le temps. Il s'avère donc que la connaissance de l'occupation du sol, d'un territoire donné représente une information très importante pour la caractérisation, la gestion et la prévision a posteriori d'un schéma directeur d'aménagement des ressources naturelles.

La télédétection offre une perspective unique avec des analyses multi-temporelles sur la façon dont les villes se développent. L'élément clé pour cartographier les changements d'occupation du sol, de rurale à urbaine, est la capacité de distinguer entre les occupations rurales (l'agriculture, les pâturages, les forêts) et urbaines (résidentielle, commerciale, récréative). Les méthodes de télédétection peuvent être utilisées au-dessus de grandes régions pour effectuer la classification des types d'occupation du sol de façon pratique, économique et de manière répétitive (Bonn, 1996).

La plaine du Bas-Chéouiff qui s'étend sur près de 60000 ha a connu une dynamique très variable de l'occupation des sols. Ce dynamisme qui est sous la dépendance de plusieurs facteurs fait l'objet de notre étude. Parmi ces facteurs : le facteur climatique qui intervient par le déficit pluviométrique enregistré au cours des deux dernières décennies est passé de plus de 300 mm/an à 220 mm/an ; la salinisation des sols liée aux contextes climatiques et agro-pédologique de la plaine ; les contextes socio-économiques (restructuration foncière, construction des barrages, extension des villes).

Notre travail consiste à étudier l'évolution spatio-temporelle de l'occupation du sol dans la plaine du Bas-Chéouiff, en utilisant des outils de télédétection pour la connaissance et la cartographie de l'occupation du sol au cours des trois dernières décennies et d'en faire une analyse en confrontant cette dynamique aux données du milieu physique sur le climat, la végétation, la pédologie et la salinité.

## 1. Présentation de la Zone d'étude.

Situé au nord ouest de l'Algérie -a 250 km d'Alger et à vol de oiseau de la méditerranée 35 km- entre 0° 40' et 1° 6' 8'' de longitude Est de 34° 3' 12'' et 36° 5' 57'' de latitude Nord. Limité par la plaine du Moyen-Chélif à l'Est, la plaine de la Mina à l'Ouest, le massif du Dahra au Nord et le massif de l'Ouarsenis au Sud, traversée par la route nationale 4 et les chemins de fer de l'ouest et récemment par l'autoroute Est-ouest sur une portion d'environ 80 km. Elle fait environ 50 km de longueur sur une largeur variant de 6 à l'est à plus de 20 km à l'ouest, avec une surface pratiquement plate, d'une altitude moyenne de 70 m. On y trouve aussi les deux zones très connues, en l'occurrence, la zone de Benziane où se trouve le plateau et la sebkha de Benziane et la zone de Gaa qui forme une dépression très salée où les sols sont généralement cumulés (fig.1).

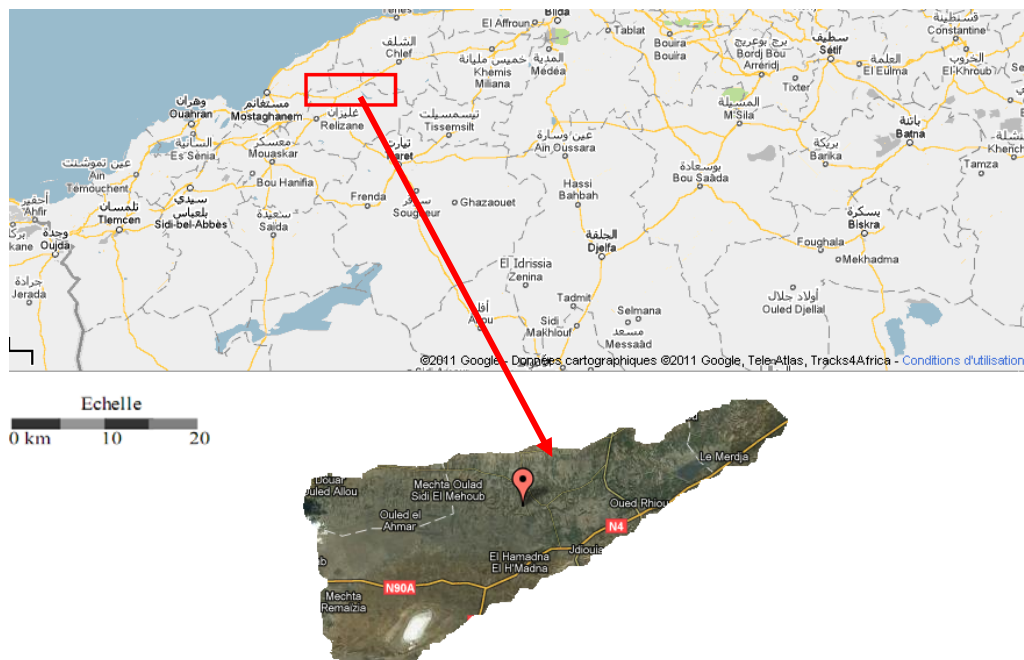


Figure 1: Situation géographique de la plaine du Bas-Chélif.

### 1.1. Le Milieu physique :

#### 1.1.1. Le climat

Le climat de la plaine a fait l'objet de diverses études approfondies allant du pionnier du domaine dans la région : Seltzer en 1946 dans son ouvrage 'Le climat de l'Algérie' à Yacono en 1954 dans son étude 'La colonisation des plaines du Chélif' jusqu'à nos jours. C'est un climat spécial, célèbre en Algérie par sa dureté au point d'être qualifié comme une curiosité

météorologique (Seltzer, 1946). On parle du ‘four du Tell’ ou de ‘portion de Sahara égarée dans le Tell’ (Yacono, 1954). Il s’agit bien d’un climat très rude et très contrasté par des étés très chauds et des températures basses en hiver.

### 1.1.2. Précipitations

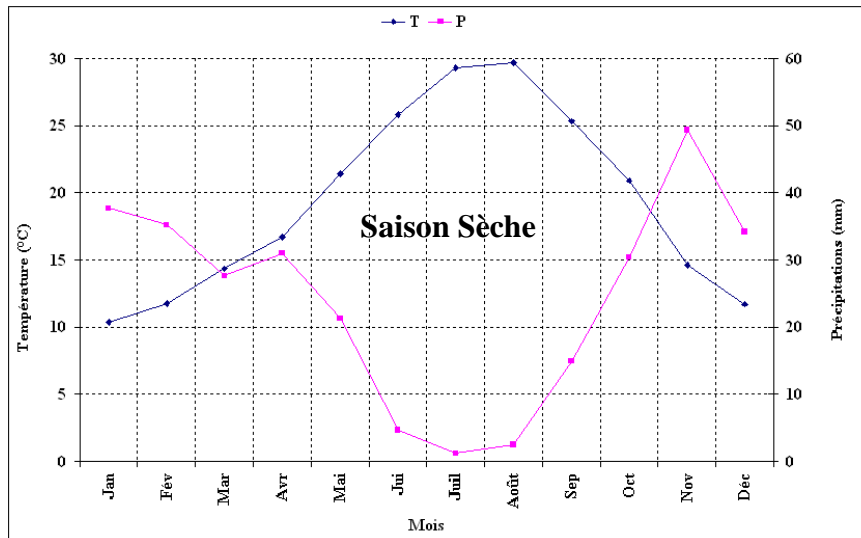
Les précipitations de la plaine sont d’une part à la base du maintien et de l’avènement du couvert végétal d’autre part, elles jouent un rôle important dans la dégradation des sols par l’érosion hydrique lors des averses torrentielles comme l’a bien précisé Boulaine en 1957 : « Certaines années comme ce fut le cas en 1927-1928 ce fut la zone oranaise de la vallée du Chélif qui reçut les précipitations les plus abondantes. Celles-ci se traduisent par des crues catastrophiques. La répartition des pluies suivant les mois de l’année est évidemment marquée par une sécheresse aiguë des mois d’été, juin et surtout juillet et août » ; en plus par la remontée des sels en cas d’insuffisance pluviométrique.

### 1.1.3. Températures

La moyenne annuelle des températures avoisine les 20°C mais avec un écart aussi considérable d’environ également 20°C ; août est le mois le plus chaud avec une moyenne mensuelle de 29,72°C et 10,37°C enregistré en janvier (tab1).

**Tableau 1: Moyennes mensuelles des précipitations et des températures de la station de H’madna (1985-2007). (Source : INRAA, 2009)**

Mois	Température (°C)	Précipitation (mm)
Janvier	10,37	37,71
Février	11,78	35,23
Mars	14,36	27,65
Avril	16,69	31,01
Mai	21,45	21,27
Juin	25,85	4,65
Juillet	29,31	1,18
Août	29,72	2,50
Septembre	25,35	14,91
Octobre	20,90	30,41
Novembre	14,63	49,34
Décembre	11,72	34,17
Max	29,72	49,34
Min	10,37	1,18
Ecart annuel	19,34	48,17
Moy annuelle	19,35	290,02



**Figure 2: Diagramme ombrothermique de Gausse de la station de Relizane de la période (1985/2007).**

Pour le pourtour méditerranéen, on combinant les valeurs de  $m$  (°C) en abscisses et celle du QE en ordonnées nous permet de positionner notre station en fonction de divers étages climatique établis par l'auteur, mais il signaler une chose les limites de séparation entre les différents étages climatiques sont imprécises, ce ne sont que des bandes de transition mixte où des changements de végétation qui ont été observés (Emberger, 1955).

Le climagramme (fig.3) indique que la station du Bas-Chélif est située dans l'étage climatique aride à hiver doux, avec un QE moyen de 37.01 et une température minimale moyenne autour de 5°C.

L'analyse pluviométrique sur la région du H'madna est calculée sur une période s'étalant de 1985 à 2005. le tableau N° 05 montre que le mois de novembre est le mois le plus pluvieux (33.52 mm). L'analyse sur la zone de Oued Djemaa, calculée sur une période s'étalant de 1956 à 2004, montre également que c'est le mois de novembre qui est le plus pluvieux (39.13 mm).

La période estivale s'étalant entre juin et août est la moins pluvieuse dans l'année. Elle est de un jour de pluie par mois survenue généralement sous forme d'averses de fortes intensités. La faible pluviosité est enregistrée durant le mois de juillet avec une pluviométrie égale à 0.86 mm au niveau de la station de H'Madna (1985-2005). Une pluviométrie égale à 0.56 mm a été enregistrée pour le même mois au niveau de la station de Oued Djemaa (1956-2004).

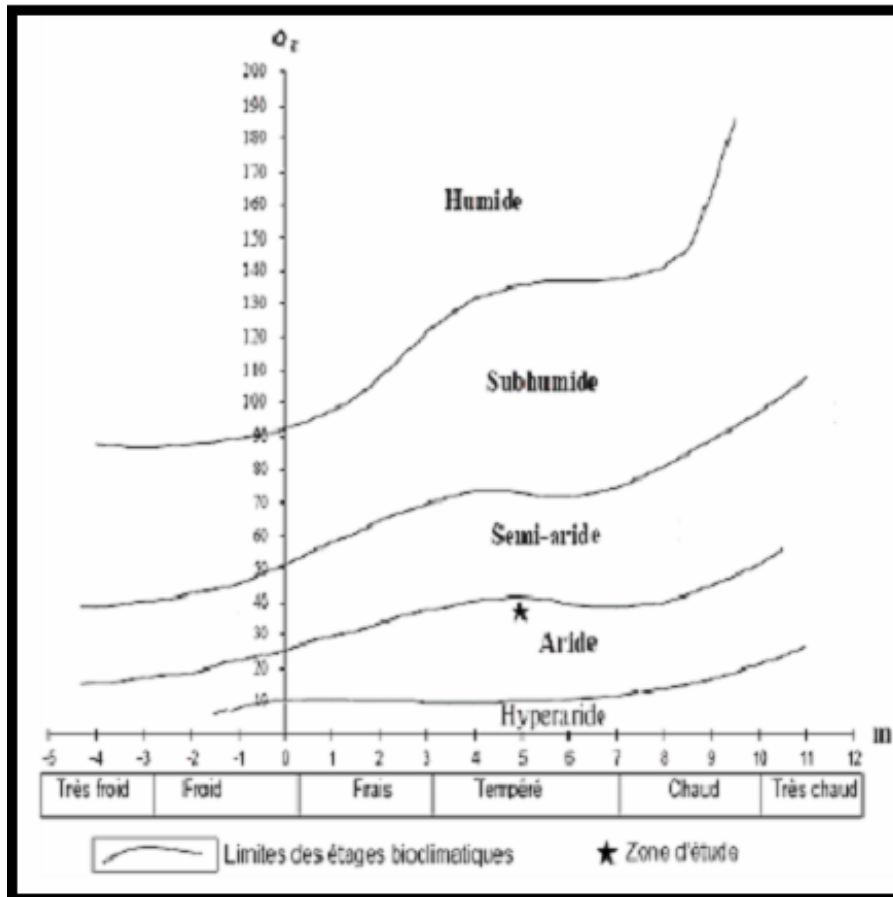


Figure 3: Position de la station de H'madena sur le climagramme d'Emberger.

## 1.2. La salinisation des sols du Bas – Cheliff :

La salinisation des sols du Bas – Chélif est comme pour la plupart des sols salés du nord d'Afrique un problème d'origine primaire surtout par les formations salifères du Trias et Miocène qui constituent le matériel originel des alluvions qui ont touché la plaine (Douaoui et *al*, 2006).

L'installation des réseaux d'irrigation le long de la plaine a participé dans la propagation de ce phénomène donnant naissance à la salinisation secondaire qui par la remontée des sels en surface surtout pendant les grandes crues (Douaoui et *al*, 2007). Cette progression est passée de 35 % à partir des années cinquante à plus de 75% pendant les années quatre-vingts (Douaoui et *al*, 2006). Cette salinisation qui est la cause majeure de la dégradation des sols de la plaine agit principalement sur les propriétés physico – chimique s par l'accumulation des sels tels les chlures et les sulfates (Douaoui, 2005).

Cette salinisation qui ne cesse de s'étendre spatialement et d'augmenter temporellement (Douaoui et *al*. 2010) provoque une détérioration des propriétés physiques,

chimiques et biologiques des sols dont les conséquences sont d'ordres agricole et éco-environnemental (Daoud et *al.*, 1993 ; Saidi et *al.*, 2004 ; Douaoui et *al.*, 2004).

## 2. Matériel et Méthodes.

Notre approche méthodologique est basée sur :

- 1- Détermination des principaux périmètres à analyser (dans la région).
- 2- l'étude de la dynamique de la végétation au cours du temps dans les différents périmètres de la région (irrigués et naturelle).
- 3- Détection de l'évolution spatiale des périmètres irrigués et zones naturelles de la région dans les conditions d'urbanisation ou d'agriculture.
- 4- La comparaison saisonnière (Hiver/Eté) de la végétation, eau et sol dans l'ensemble des zones retenues de la région.
- 5- Observation des différentes anomalies de la végétation existantes dans les zones de changements des périmètres retenus.

### 2.1. Acquisition des données sur les états de surfaces

Il a été mis à notre disposition ;

- les données climatiques recueillies auprès de la station météorologique de l'INRA de H'madena comprennent les moyennes mensuelles et annuelles de la température et précipitations de 1985 jusqu'à 2008.
- Données pédologiques: ces données repose sur la carte des sols de Boulaine 1956, les travaux de recherche sur la salinité de l'INSID qui se basent sur l'identification des sols de la région de Relizane et les travaux réalisé par Douaoui (2004, 2005, 2006, 2007 et 2010) ainsi que ceux de Gherina 2008, Benkrid 2008 et Mokhtari 2009.

### 2.2. Acquisition des images utilisées

On a choisi une série de cinq scènes, quatre sont de type SPOT et une de type ASTER dont les caractéristiques sont montrées dans le Tableau ci - dessous :

La combinaison des trois canaux des images SPOT et l'image Aster en fausse couleurs RVB (Rouge, Vert, Bleu) pour les cinq scènes :

**B3 et XS3** : Proche Infra Rouge = Couleur **Rouge**.

**B2 et XS2** : Rouge = Couleur **Verte**.

**B1** : Bleu et **XS1** : Vert = Couleur **Bleu**

**Tableau 2: Caractéristique des images utilisées.**

Image	Date	Canaux	Résolution
SPOT1	06/1988	03 Canaux	20 m
SPOT1	07/1992	XS1 : Vert	
SPOT2	07/2000	XS2 : rouge	
SPOT2	02/2001	XS3 : Proche IR	
ASTER	08/2005	14 Canaux B1 : Visible B2 : Rouge B3 : Proche IR	15m
		(B4 – B9) : MIR	30m
		(B10 – B14) : TIR	90m

### 2.3. Traitement des images

L'acquisition des cinq images dans leur état initial implique de passer par une étape de prétraitement (Correction des bruits et Calibration des pixels) afin d'améliorer l'aspect des images pour aider à l'interprétation et à l'analyse visuelles pour effectuer le traitement nécessaire selon l'approche soulignée.

#### 2.3.1. Correction atmosphérique

Le principe de cette correction est de convertir les valeurs numériques (en niveau de gris) de la scène en valeur de luminance et par la suite extraire les effets perturbateurs atmosphérique qui donne une mesure physique de la reflectance au niveau de la surface visée.

- Luminance : qui est la puissance électromagnétique rayonnée par une surface dans une direction donnée, est exprimé par la relation suivante :

$$L_{sat}^i = \frac{DC^i}{G^i} \dots\dots\dots(1)$$

**DC** : compte numérique en niveau de gris

**G** : Facteur de calibration absolu ( $W^{-1}.m.sr.\mu m$ ) avec **i** : la band spectrale concernée.

- Reflectance : est l'aptitude d'un milieu à réfléchir vers le capteur du satellite l'énergie qu'il a reçue :

$$P^i = \frac{\pi(L_{sat}^i - L_p^i)}{T_v(T_z E_0^i \cos \theta_s d^2 + E_{down})} \dots\dots\dots(2)$$

Où  $E_0$  le rayonnement équivalent exo atmosphérique donner, pour chaque bande et pour chaque type d'instrument HRV, dans le guide d'utilisation des images SPOT.  $\theta_s$  est l'angle zénithal solaire au moment de l'acquisition de l'image.  $d^2$  est le carré de la distance Terre-Soleil en unité astronomique ( $d = 1 - 0.01674 \cos(0.9856 (JD - 4))$ ) où JD est le jour Julien de l'acquisition de l'image.  $T_v$  et  $T_z$  sont les transmittances de l'atmosphère dans les directions de vue et solaire, respectivement.  $E_{down}$  est le rayonnement diffus descendant.  $L_p^i$  est la contribution de l'atmosphère dans la luminance mesurée au niveau du capteur satellitaire (path radiance).

### 2.3.2. Correction géométrique

L'opération qui consiste à attribuer des coordonnées cartographiques aux pixels de l'image est appelée : **Géoréférencement**. L'opération qui consiste à exprimer les coordonnées d'une image dans le même référentiel d'une autre image est dite registration. Pour cette dernière opération, le référentiel peut être arbitraire. Au contraire, le Géoréférencement d'une surface terrestre fait appel à un système de coordonnées lui-même rattaché à un système de projection terrestre.

### 2.4. Choix des Zones étudiées

Le choix de zones test est basé sur l'analyse visuelle de l'image, les extensions spatiales et les changements de végétation qui ont touché les zones retenues (périmètres irrigués et zone naturelle) ainsi que les extensions des zones urbanisées.

Nous avons délimité les aires d'entraînements des sous-régions à l'aide du logiciel ENVI 4.5 et on les a superposé sur les cinq images (SPOT1988, SPOT 1992, SPOT 2000, SPOT 2001, et ASTER 2005).



**Figure 4: Localisation des zones retenues de la plaine sur la scène SPOT 1988.**

## **2.5. Méthodes Utilisées**

### **2.5.1. Détection de la dynamique de la végétation**

Pour caractériser la dynamique de la végétation, on a estimé la Biomasse de la végétation à partir des valeurs NDVI calculé sur la totalité de la région d'étude et sur les zones retenues.

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

Cet indice étudie la végétation par l'acquisition des données dans le canal rouge (R) et le canal proche infra rouge (PIR) sur le satellite, par l'équation suivante :

$$NDVI = \frac{(PIR - R)}{(PIR + R)} \dots\dots\dots(3)$$

Pour chaque scène on a pris la valeur moyenne de NDVI calculé par le logiciel ENVI 4.5 soit pour la région d'étude soit pour chaque sous région séparément.

### **2.5.2. Evolution des superficies des zones étudiées**

La superficie de chaque sous région étudiée a été déterminée en hectare avec l'objectif d'évaluer l'évolution spatiale des périmètres irrigués (Ouarizane, Djediouia et H'madena) et de la zone naturelle (la Gaa) pour détecter les changements de chaque superficie au cours du temps. Le calcul des superficies n'exclut pas les zones urbanisées (Ouarizane, Oued Rhio, Djediouia et H'madena) et les étendues d'eau (Medjet Sidi Abed).

### 3. Résultats et Discussion.

#### 3.1. Evaluation de la dynamique de la végétation

La figure n° 05 montre que la variabilité temporelle du NDVI possède la même allure dans la région d'étude et les zones étudiées. La valeur maximale enregistrée en 2001 correspond à la saison pluvieuse. Quant aux saisons sèches, les valeurs du NDVI restent très faibles avec une valeur minimale enregistrée durant l'année 1992 et ce pour les quatre zones ainsi que pour la valeur moyenne de toute la de plaine.

La comparaison entre les différentes zones, montre que les plus fortes valeurs de NDVI correspondent aux deux périmètres de Ourizane et de Djédiouia avec une légère hausse pour Ouarizane alors que la plus faible valeur est celle de la Gaa qui est, à titre de rappel, une dépression salée. Le périmètre de Hmadna occupe une position intermédiaire avec un comportement particulier au cours de l'année 2001 qui correspond à la saison pluvieuse.

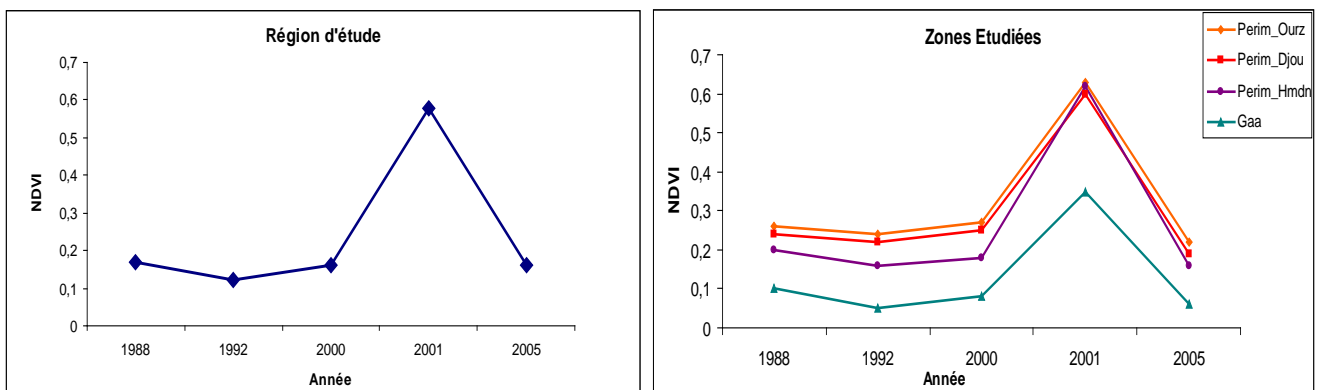
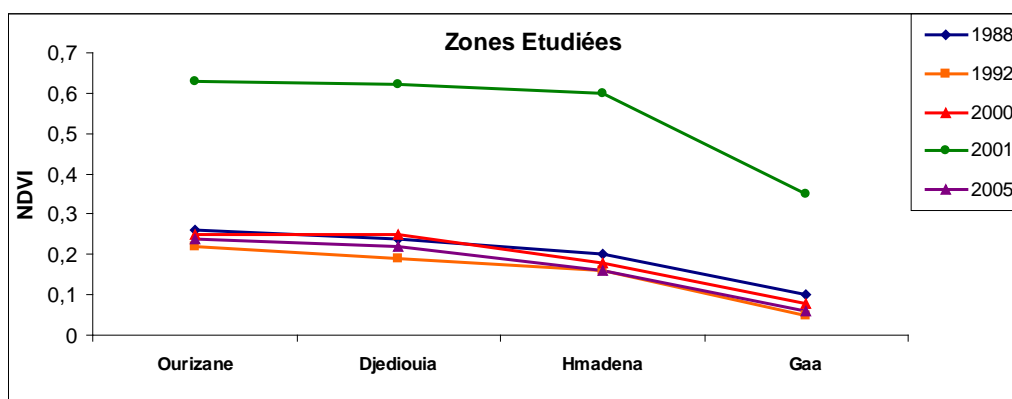


Figure 5: Evolution de la végétation dans la région d'étude et les zones

La variabilité spatiale des valeurs du NDVI calculées pour les quatre zones étudiées de la région d'étude montre une nette décroissance respective de la végétation en allant de la zone de Ouarizane et en passant par Djédiouia, Hmadna jusqu'à la Gaa représentant dans ceci un axe de décroissance continu de la végétation est-ouest. Il est également intéressant de noter que ce niveau de décroissance reste le même aussi bien pour les saisons sèches que pour la saison pluvieuse de 2001. Il apparaît, par ailleurs que pour les saisons sèches, ce sont celles des années 1988 et 2000 qui montrent les valeurs du NDVI les plus élevées.



**Figure 6: Variation spatiale de NDVI dans la région d'étude.**

### 3.2. Evolution des superficies des zones étudiées

#### 3.2.1. Les superficies agricole

Le tableau n° 03 montre le taux de variation des superficies cultivées dans la période 1988-2005. Le périmètre Hmadna a diminué de 40% à cause de l'évolution importante de l'accumulation des sels de la surface (Douaoui et al, 2010) ce qui fragilise le potentiel agricole des sols dans le périmètre même avec le renforcement des aménagements hydraulique et les forges individuels adoptés. Tandis que les périmètres de Ouarizane et Djidiouia ont augmenté respectivement de 7% et 6% seulement, cette augmentation est due aux exploitations agricoles privées suites aux forages illicites effectués dans la plaine.. Les bordures naturelles (relief) et artificielle (urbanisation) situées au nord du périmètre de Ouarizane et au sud du périmètre de Djediouia ont empêché en partie l'extension de ces périmètres.

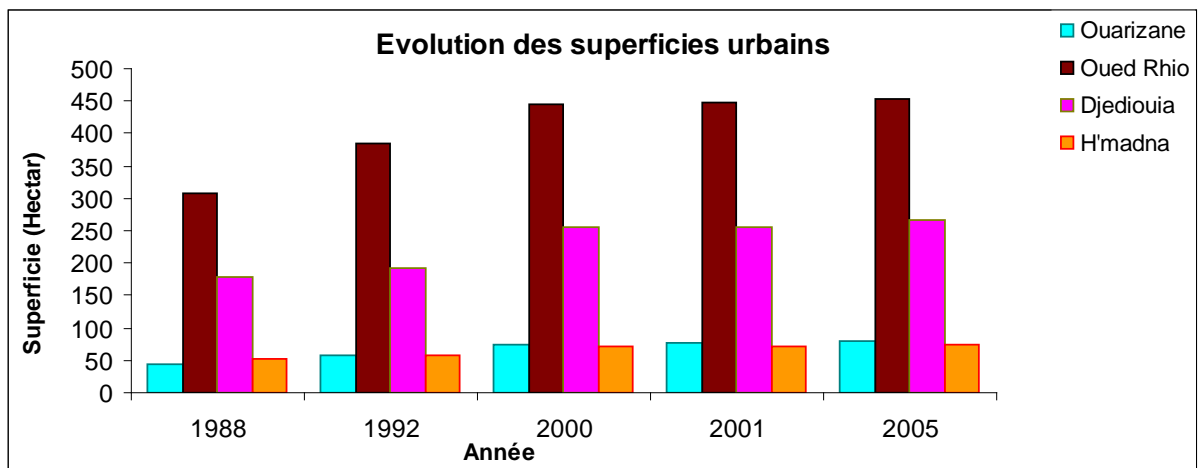
**Tableau 3: Evolution des superficies des zones étudiées**

Date	1988	2005	Différence (%)
<b>Ouarizane (ha)</b>	929	1120	7
<b>Djediouia (ha)</b>	961	1140	6
<b>H'madna (ha)</b>	2012	1215	40

#### 3.2.2. Les Superficies urbaines

Quatre principales zones urbaines représentant les plus grands regroupements des populations de la zone d'étude ont été retenues : Ouarizane, Oued Rhio, Djediouia et Hmadna (Amichi, 2007).

Les quatre centres urbains de la région d'étude ont connu une évolution progressive plus ou moins importante entre 1988 et 2005. Alors que cette progression dans l'urbanisation reste faible pour Ouarizane et Hmadna, elle est élevée pour Oued Rhiou et Djédiouia entre 1988 et 2000 pour se stabiliser à partir de cette dernière date. Cette augmentation rapide des superficies urbaines entre 1988 et 2000 est due essentiellement à l'exode rural qu'a connu la région suite au climat d'insécurité qui s'est installé dans la région et tout particulièrement après les massacres terroristes massifs survenus durant cette période dans la wilaya de Relizane.



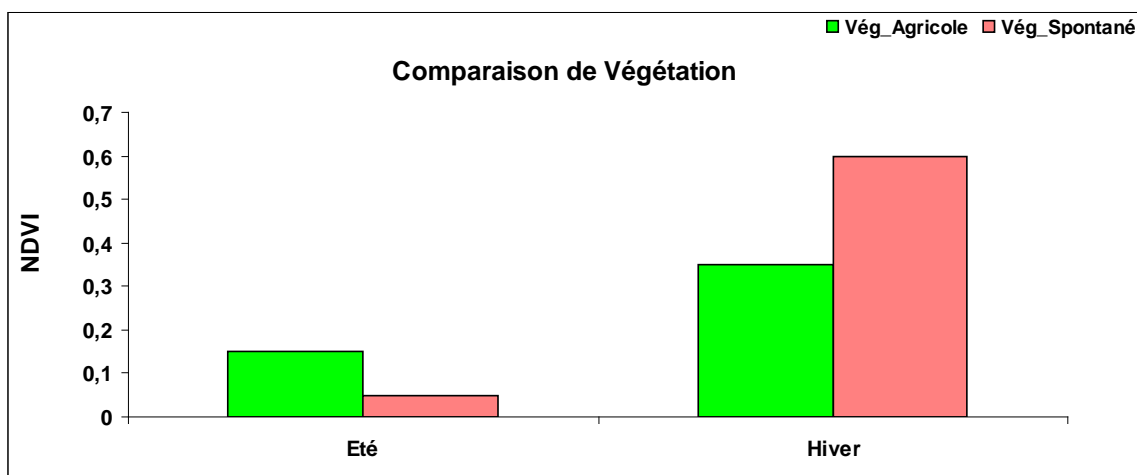
**Figure 7: Evolution des régions urbaines dans la région d'étude.**

### 3.3. Comparaison saisonnière

#### 3.3.1. Comparaison de Végétation

On a choisi deux parcelles test à partir des périmètres irrigués de Djédiouia et H'madna : une concerne la végétation agricole et s'étend sur une superficie de 918 hectares et l'autre concerne la végétation naturelle ou spontanée avec 910 hectares de superficie.

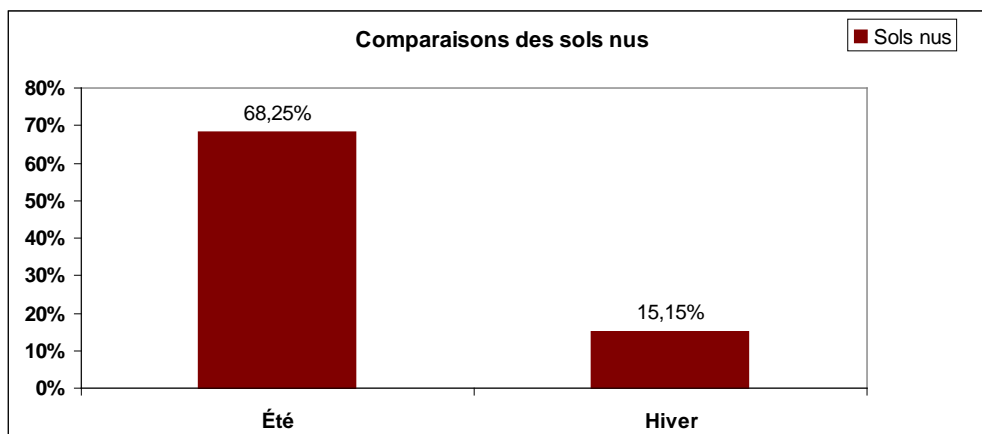
Le calcul des NDVI pour la végétation agricole et la végétation spontanée sur toute la plaine montre que durant la saison sèche la présence végétale agricole est plus élevée alors que c'est le contraire durant la saison pluvieuse où la végétation spontanée devient nettement dominante. Ceci peut être expliqué par l'irrigation qui ne concerne que les cultures, alors que toute la plaine est concernée par la pluie hivernale.



**Figure 8 : Comparaison saisonnière entre la végétation agricole et La végétation spontanée.**

### 3.3.2. Comparaisons des sols nus

une forte dominance des sols nus (<65%) concentrés surtout dans les zones salines de la Gaa et Hmadna (Douaoui et *al*, 2006) pendant la saison sèche. Cette salinité se manifeste aussi par l'absence de végétation dans d'autres zones telles que les périmètres irrigués de Ouarizane et Djediouia. Toutefois, des sols nus tout au long de l'année sont observés dans des zones non salées, ce qui montre que la salinité n'est pas le seul facteur limitant dans la plaine ; c'est le cas de l'hydromorphie par exemple.



**Figure 8: Comparaison saisonnière entre les sols nus.**

### 3.3.3. Comparaison des étendues d'eau libre

La Merdja de sidi Abed, d'une profondeur maximale de 3 m, est caractérisée par la faible salinité de ses eaux par rapport à celle des eaux souterraines (Tillou, 2010) ; elle est utilisée pour une grande partie, avec le barrage de Gargar, pour alimenter les besoins en eau

potable et à l'irrigation pour ce qui reste. C'est cette utilisation de ses eaux en plus d'une évaporation très élevée qui font qu'elle voit son étendue d'eau sérieusement rétrécir vers la fin de chaque été. C'est ainsi que la différence entre la superficie de l'étendue d'eau de l'été 2000 et celle l'hivers 2001 est de 278 hectare.

### **3.4. Discussion générale :**

L'analyse des résultats obtenus a mis en évidence la dynamique de l'occupation du sol au cours des trois dernières décennies. Des changements notables des sols et de végétation ont été enregistrés à travers la région d'étude. Trois grands facteurs agissent directement sur la dynamique de la végétation à travers toute la plaine : La pluviométrie, la salinité et l'hydromorphie des sols.

#### **3.4.1. La Pluviométrie**

La dynamique de la végétation à travers la plaine pendant les saisons sèches étudiées reste faible ; cette dynamique qui a connu un pic durant la saison sèche de l'année 1988 a reçu une pluviométrie de 6.3 mm entre les mois de juin et août par rapport aux autres saisons sèches. La saison sèche de 1992 était la plus faible en végétation en parallèle à une pluviométrie nulle. Une légère augmentation en 2000 et 2005 a favorisé la dynamique de la végétation dans la région.

La plaine du Bas – Chélif, qui reçoit des intensités fortement faibles connaît une dynamique végétale très faible pendant les saisons sèches alors qu'elle est importante pendant les saisons pluvieuses surtout au cours des saisons de fortes intensités pluviométriques.

#### **3.4.2. La Salinité**

La plaine du Bas–Chélif se caractérise par une salinité qui est le premier facteur de la dégradation des états de surface (Mokhtari, 2009). Cette dégradation qui agit en premier lieu sur la couverture végétale rend difficile la croissance des plantes dans les endroits fortement salins, comme pour la zone de la Gaa qui est une dépression naturelle fortement saline avec une CE qui dépasse les 8 dS/m et une couverture verte quasi nulle (Douaoui et *al.*, 2006). La carte de la salinité établie par Douaoui et Lépinard (2010) a montré que la salinité reste faible dans le périmètre de Ouarizane, Oued Rhio et Djediouia, ce qui est à l'avantage d'un couvert végétal dense. Dans le périmètre de Hmadna, la CE qui dépasse 4 dS/m inhibe le dynamisme végétal au sein de ce périmètre.

### **3.4.3. L'hydromorphie**

Dans le cas de la plaine du Bas-Chélif où la topographie plane coïncide souvent avec des sols à texture fine, il n'est pas rare de trouver des sols qui s'étendent sur des grandes superficies présentant le caractère hydromorphe temporaire avec des taches grisâtres et/ou verdâtres durant la période pluvieuse qui se transforment en taches de rouilles durant la période sèche (Boulaine, 1956 ; Douaoui, 2005). Ce type d'hydromorphie dont la durée est très variable d'une zone à l'autre affecte directement le développement de la végétation et s'accroît à chaque fois que l'année est pluvieuse. Il se trouve que l'année 2001 qui était particulièrement pluvieuse a causé l'inondation de plusieurs parties de la plaine telle que la Gaa (photos 1,2), ce qui a eu des effets négatifs sur la couverture végétale dont certaines zones ont été totalement dépourvues de végétation comme on peut le voir sur l'image satellitaire du février 2001

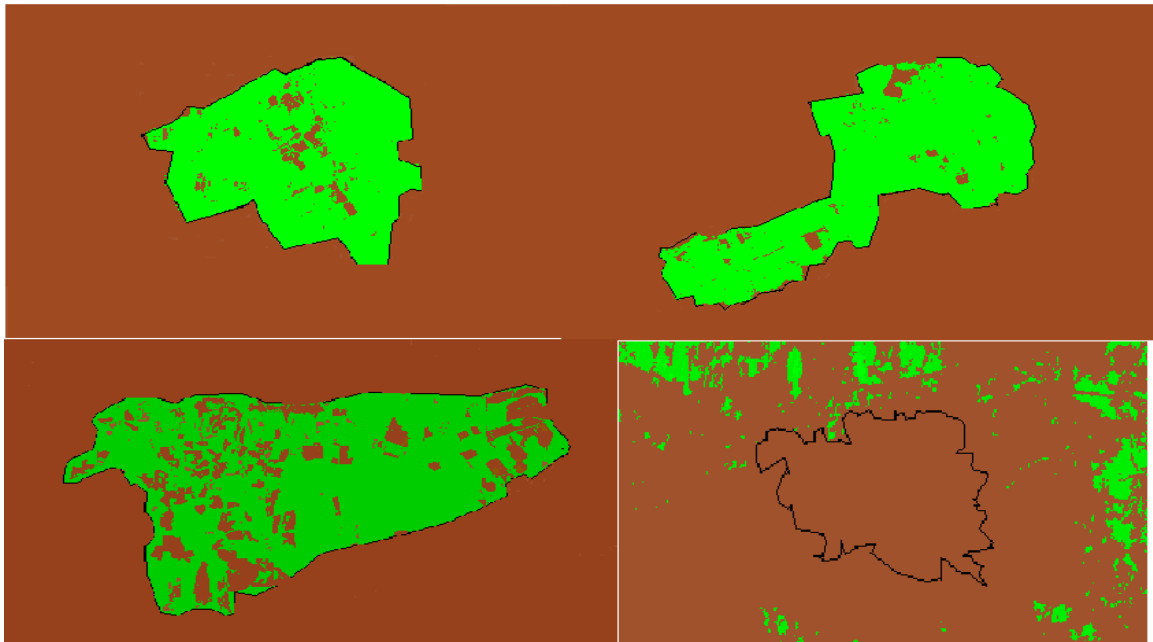
### **3.4.4. Détection des anomalies de la végétation**

La détection saisonnière des anomalies saisonnières de la végétation a été faite par la superposition des cartes des NDVI issues des images prises en juillet 2000 et février 2001. Cette dernière année qui avait connu une saison particulièrement pluvieuse répond bien aux conditions de la comparaison. Les images prises en 1988, 1992, 2000, 2005 ont servi à la détection pérenne des anomalies de la végétation.

La détermination du facteur limitant est faite en plus de nos fréquentes sorties sur terrain à l'aide des cartes pédologiques de la plaine du Bas-Chélif (Boulaine, 1957 ; Mc Donald et Bneder, 1990).

La superposition de la carte de Boulaine (1957) et celle établie par Mc Donald et Bneder (1990) sur nos cartes des NDVI saisonniers montre que les endroits d'anomalie des deux périmètres (Ouarizane et Djediouia) reviennent principalement à l'existence de l'hydromorphie, en absence d'une salinité très élevée dans ces périmètres, qui par son effet inhibiteur empêche le développement normal de la végétation y compris durant la période humide.

Les anomalies repérées dans la Gaa couvrent de vastes superficies ; dans ce cas, en plus de l'hydromorphie, la salinité qui atteint des niveaux excessifs dans cette zone constitue également un facteur limitant tout développement de la végétation



**Figure 09 : Anomalies pérennes de la végétation.**

Les deux principaux processus de cette dégradation sont la salinisation des sols et leur hydromorphie dont les effets négatifs sur le développement de la végétations peuvent agir conjointement comme c'est la cas de la Gaa ou séparément comme c'est le cas de Hmadna (salinité) et le cas des périmètres irrigués (hydromorphie). Il apparaît donc que l'existence des anomalies de la végétation dans la plaine du Bas-Chéliff est liée directement aux problèmes de dégradation des sols qui sont présents de façon pérenne plutôt qu'aux conditions climatiques comme on pouvait le croire à priori et dont l'action se limite aux saisons sèches uniquement.

#### **3.4.5. SPOT Végétation décadaire**

Cette explication est confortée par l'étude de l'évolution de la végétation de la plaine sur une longue période et de façon continue comme on peut le vérifier par le suivi décadaire des images prises par Spot Végétation.

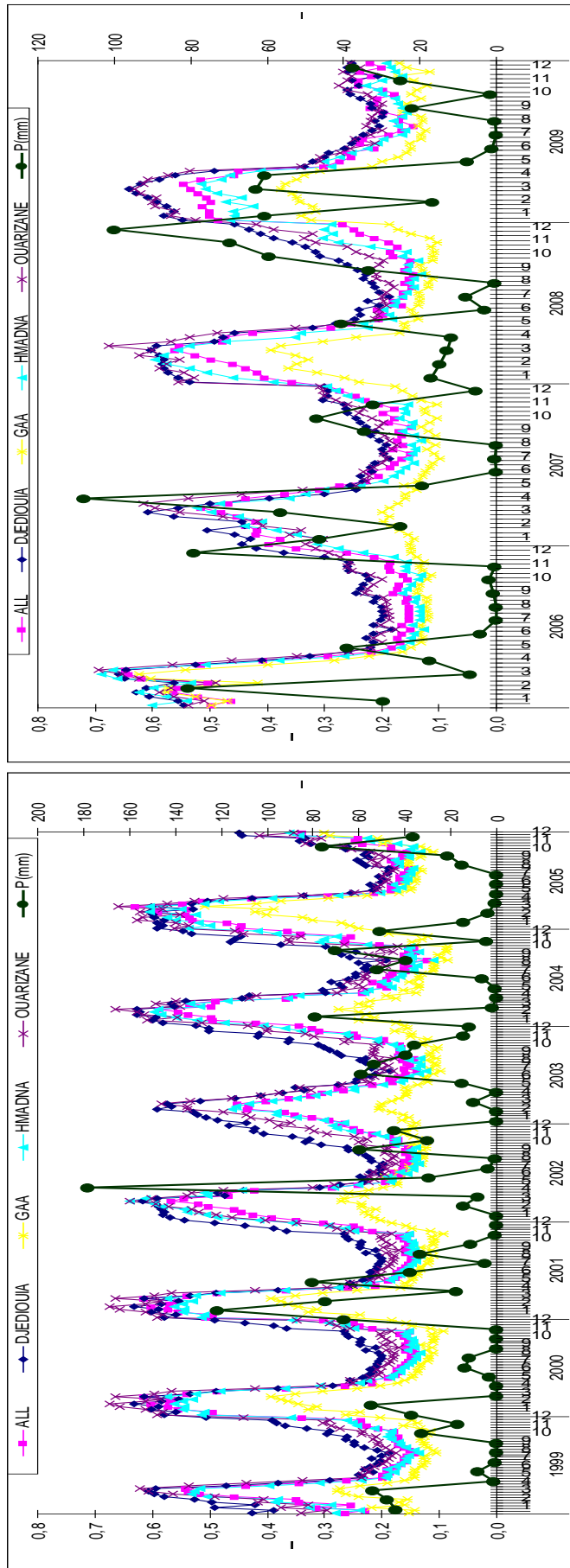
Il apparaît clairement l'existence d'une périodicité dans la densité de la couverture végétale qui se répète avec la même allure selon les saisons, les années et les zones. Ce constat confirme donc l'existence de facteurs limitant pérennes qui sont dus aux problèmes de dégradation des sols (salinité, hydromorphie) et du facteur climatique limitant mais saisonnier qui est du au manque de la pluviométrie durant les périodes estivales.

La périodicité dans l'évolution spatio-temporelle du couvert végétale n'empêche pas cependant l'existence de particularités entre les années des différentes zones. C'est ainsi qu'on peut voir, du point de vue temporel, que l'année 2006 (fig. 10) montre une couverture

végétale la plus élevée entre toutes les années étudiées au point où les valeurs du NDVI de la Gaa sont très proches de celles des périmètres irrigués qui sont beaucoup moins salés. D'un autre côté, il apparaît que les années 2002, 2003 et 2007 sont celles qui montrent un couvert végétal le plus faible. Du point de vue spatial, c'est le périmètre de Ouarizane qui est le plus pourvu en végétation alors que la Gaa montre un faible couvert végétal et ce quelque soit la saison.

La valeur maximale du NDVI enregistrée pour l'année 2006 correspond à une année très pluvieuse (353 mm) alors les plus faibles valeurs enregistrées telle que celle de l'année 2003 correspond à une année particulièrement sèche (222 mm). Par ailleurs, la variabilité saisonnière de la pluviométrie qui est très liée aux saisons hivernales et estivales montre à quel point la pluviométrie agit directement sur le couvert végétal dans la plaine. Cette action de la pluviométrie sur la végétation est tellement importante qu'elle a pu inhiber l'effet de la salinité incontesté dans la plaine sur la végétation comme le montre la période hivernale de l'année 2006 où les valeurs du NDVI de la Gaa connue par sa salinité élevée sont équivalentes à celles des NDVI retrouvés pour les autres zones, en plus de ce que montre le périmètre de Hmadna qui est paradoxalement le plus couvert par la végétation au cours de cette année.

Excepté pour cette année et à un degré moindre l'année 2005 et uniquement durant ces deux saison pluvieuse, la salinité des sols reste un facteur limitant par excellence dans la plaine du Bas-Chéliff par la dépendance très marquée de végétation à cette salinité sur toutes les autres années et pour toutes les zones. L'hydromorphie dont l'action a été montrée par les anomalies de la végétation peut également expliquer les très faibles valeurs du NDVI qui sont parfois nulles témoignant d'un couvert végétal faible ou inexistant dans la Gaa.



**Figure 10: Variabilité de NDVI dans la plaine du Bas Cheliff entre 1999 et 2009**

## CONCLUSION

A travers ce travail, on a étudié l'évolution de la dynamique spatiale de l'occupation du sol à l'aide de la télédétection pour d'une part, évaluer son apport dans la connaissances des états de surface et des changement survenus dans l'occupation du sol au cours du temps et d'autre part, analyser et interpréter ces états et ces changements dans la plaine du Bas-Chélif.

Pour répondre à cette problématique, on a traité une série d'images Spot et Aster datées de 1988 jusqu'à 2005 sur lesquelles quatre zones références ont été délimitées : Ouarizane, Djediouia, Hmadna et Gaa. Les trois principaux types d'occupation des sols étudiés sont le couvert végétal,, les sites urbains et l'eau libre à la surface.

Les résultats obtenus ont montré une dynamique importante de la végétation avec une nette dominance de la végétation agricole pendant les saisons sèches dans les périmètres irrigués. Ceci revient surtout à la pratique des irrigations au niveau de la plaine durant les périodes sèches. La dominance caractérisée de la végétation spontanée sur la plus grande partie de la plaine pendant la saison pluvieuse étudiée est due à la pluviométrie. La dynamique végétale au niveau de la plaine dépend donc des conditions climatiques surtout les précipitations qui agissent directement sur la couverture végétale.

Les superficies agricoles ont connu des extensions spatiales proportionnellement faibles par rapport aux superficies urbaines à cause de la disponibilité limitée des eaux d'irrigation en premier lieu et de la rareté des terres non salées dont les meilleurs ont été urbanisées.

Notre étude a donc montré l'utilité de la télédétection dans la détection des changements de l'occupation du sol par une analyse numérique des trois principaux compartiments du milieu : Sol, Eau, Végétation basée sur les données des images satellitaires combinées à des données obtenues sur le milieu physique comme : le climat, type de sol et la réalité socio-économique.

Comme perspectives, il serait intéressant d'utiliser la télédétection à très haute résolution (moins d'un mètre) pour une connaissance plus approfondie de l'occupation du sol allant jusqu'à la détermination des espèces naturelles et agricoles.

## Références Bibliographiques

- Baudry J., Burel F., 1999.** Ecologie des paysages (Concepts, méthodes et Application), Tec & Doc édition, 360 p.
- Bonn F., (1996)** Précis de télédétection. Vol. 2 : Applications thématiques. Presses de l'Université du Québec et l'AUPELF, Sainte-Foy et Montréal, 633 p.
- Douaoui A., Gascuel-Odoux C., Walter Ch., 2004 :** Infiltrabilité et érodibilité de sols salinisés de la plaine du Bas Chéiff (Algérie). Mesures au laboratoire sous simulation de pluie. EGS, Vol. 11, N°4, 379-39.
- Douaoui A., 2005.** Variabilité Spatiale de la salinité et sa relation avec certaines caractéristiques des sols de la plaine du Bas-Chéiff .Apport de la géostatistique et de La télédétection, Thèse Doctorat d'état, INA d'Alger, 2005.
- Douaoui A., Nicolas H., Walter Ch., 2006.** Detecting salinity hazards within a semiarid context by means of combining soil and remote-sensing data. GEODERMA,134(2006) 217– 230.
- Douaoui A., Hartani T. Lakehal M., 2006.** Deuxième atelier régional scientifique et technique sur les systèmes irrigués dans les pays maghrébins. IAV Hassan II et l'ENA de Meknes. Marrakech, Maroc, SIRMA 29-31 mai 2006.
- Douaoui A.,Hartani T.,2007** - Troisième atelier régional scientifique et technique sur les systèmes irrigués dans les pays maghrébins. Nabeul, Tunisie, SIRMA 04-08 juin 2007.
- INRAA., 2009.** Institut Nationale de Recherches Agronomiques Algérienne, Hmadana, Relizaine.
- Gherina S-A., 2008.** Impact de l'utilisation des eaux souterraines dans l'irrigation sur la dégradation des sols de la plaine du Bas Cheliff « apport de la télédétection ».Thèse de magistère, CUKM, Khemis Miliana, 119 P
- Mokhtari, D., 2009.** Apport de la télédétection dans l'évaluation de la dégradation des états de surface en milieu salin (Le Bas-Chéiff). Thèse de Magister, 122p, L'U.S.T.H.B d'Alger, Janvier, 2009.
- Seltzer P., 1946.** Le climat de l'Algérie, typo-litho. Alger.
- Yacono, X. 1954.** Colonisation des plaines du Chéiff (de Lavigerie au confluent de la Mina), Tome 1, Imprimerie Imbert, Alger.

