

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة جيلالي بونعامة خميس مليانة  
Université Djilali Bounaama Khemis Miliana  
كلية علوم الطبيعة و الحياة و علوم الأرض  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre  
قسم البيولوجيا



Département de Biologie

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master

*Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie.*

*Filière : Ecologie et Environnement*

*Spécialité: Protection des écosystèmes*

**Thème :**

**L'impact de l'imperméabilisation artificielle des terres sur la  
perte de la ressource naturelle et agricole dans la plaine du  
Haut Cheliff**

**Soutenu le: 03/07/2018**

**Par: M<sup>elle</sup> SRAIRI BADIAA**

**M<sup>elle</sup> MILIANI NESRINE**

**Devant le Jury :**

**President:** Pr. DOUAOUI A.E.K

Professeur C.U de Tipaza

**Promoteur:** Dr. YAHIAOUI Ibrahim

M.C.B U. Djilali Bounaama, Khemis Miliana.

**Examineurs:**

Mme. ABED ELBAKI .Amina

M.A.A U.Djlali Bounaama,Khemis Miliana

Mr. AMOKRANE Athmane

M.A.A U. Djilali Bounaama, Khemis Miliana

*Année Universitaire: 2017/2018.*

## **REMERCIEMENTS**

*C'est pour nous un réel plaisir de remercier toutes les personnes qui nous ont, de près ou de loin, d'une manière ou d'une autre, permis, par leur collaboration, leur soutien et leur avis judicieux, de mener à bien ce travail .*

*On aimerait en premier lieu remercier **ALLAH** qui nous a donné la volonté et le courage pour la réalisation de se travail **EL HAMDOLILLAH**.*

*On tient à remercier notre promoteur **Mr YAHYAOUI Ibrahim**, pour la confiance qu'il a nos accordés en acceptant d'encadrer ce travail, pour ses multiples conseils et pour toutes les heures qu'il a consacrés à diriger cette recherche. On aimerait également lui dire à quel point on a apprécié sa grande disponibilité et son respect sans faille des délais serrés de relecture des documents qu'on a lui adressés. Enfin, on été extrêmement sensible à ses qualités humaines d'écoute et de compréhension tout au long de ce travail.*

*On voudrait exprimer nos remerciements les plus sincères aux membres du jury*

***Mr DOUAOUIA**, professeur à Université de Khemis Miliana, pour m'avoir fait l'honneur de juger ce travail et son acceptation de présider le jury de soutenance.*

***Mr AMOKRANE**, maitre-assistant A pour avoir accepté d'examiner ce modeste travail et de l'attribuer des remarques et des corrections très intéressantes.*

***Mme ABDELBAKIA**, maitre-assistante A pour avoir accepté d'examiner ce modeste travail.*

*Nous tenons à remercier aussi notre Co-promoteur **Mr ZAFANE Djelloul** pour ses conseils et ses orientations et qui a toujours été là qu'on on avait besoin d'-il ; un grand merci pour votre dévouement et votre sympathie.*

*On tient tout particulièrement à remercier **Mr BOUCEFIANE ; Mr RATTAY et Mr NACHAR.Z** qui ont mis à notre disposition l'outil nécessaire pour la réalisation de notre étude.*

*On réserve une pensée spéciale à tous les enseignants qui ont nous donner une formation didactique et appréciable durant tout notre cursus, à la promotion protection des écosystèmes 2017/2018, vous serez gravés a jamais dans nos mémoire.*

*Merci à toute l'équipe pédagogique et administrative du SNV.*



## *Dédicace*

*Avant tout, nous remercions **Allah** le tout puissant de nous avoir donnée la force, le courage la santé et la patience pour pouvoir accomplir ce modeste travail.*

*Je dédie ce travail à, ceux qui m'ont donné sans rien de routeur, à ceux qui m'ont encouragé et soutenu dans mes moments les plus difficiles. A de l'âme Mon Père, qui dieu l'accueille dans son vaste paradis, Mon père qui m'a toujours passé et motivé dans mes études.*

*Ma mère, qui depuis ma naissance, n'a cessé de me bercer avec des bons conseils et sans doute celle qui me reconforte et m'encourage dans les moments les plus difficiles de ma scolarité.*

*A Mes frères youcef, mohammed et Mes soeurs fatima zohra et nawel qui n'ont jamais été absents*

*A mon marie Mohammed  
A tous les **familles SRAIRI et HADJ BEN FATIMA***

*A Mon promoteur, Dr. **YAHIAOUI .I**, qu'il m avec nous depuis le début du notre projet jusqu'à la fin, et qui m'a fait l'honneur de diriger mon travail de fin d'étude.*

*A Mon binôme, et ma chère collègue, **NESRINE** pour son foi durant toutes les périodes de réalisation de ce projet.*

*A mes amies et mes copines Imen, fella, zola , samiha, khouloud, fatima, Cherifa, Hassina , Amira, hanaa et fatiha .*



**BADIAA**

# *Je dédie ce travail ...*

**A**

*Mon très cher père **MILIANI Abdelkader***

**&**

*Ma très chère mère **BENOUR Malika***

*Tous les mots du monde ne sauraient exprimer l'immense amour que je vous porte, ni la profonde gratitude que je vous témoigne pour tous les efforts et les sacrifices que vous n'avez jamais cessé de consentir pour mon instruction et mon bien-être. J'espère avoir répondu aux espoirs que vous avez fondés en moi. Je vous rends hommage par ce modeste travail en guise de ma reconnaissance éternelle et de mon infini amour. Que Dieu tout puissant vous garde et vous procure santé, bonheur et longue vie pour que vous demeuriez le flambeau illuminant le chemin de vos enfants.*

**A**

*Ma seule sœur **Chifaa***

**& Mes très chers frères **Rabie et Walid****

*Je vous dédie ce travail en témoignage de ma profonde affection et mon attachement en vous souhaitant beaucoup de bonheur, de santé et de réussite. Que Dieu nous unissent pour toujours.*

**A**

*A la mémoire de ma chère tante **ZAHIA** et sa fille **Fatima**.*

**A**

*Mes grand-père, mes oncles, tantes*

**& Cousins et cousines : **Hanane, Ikram, Samira, Aya, Rihab , Malika, et Abdellah****

**& Toutes les familles **MILIANI et BENOUR****

**A**

*Mon chère binôme **SRAIRI Badiaa***

**& Mes très chers amies et collègues : **Fatima, Khouloud, Samiha, Rahma, Khadidja,****

****Fouzia, Aicha, Fella, Cherifa et Hassina****

**& Tous mes Amis, particulièrement ceux de la promotion 2017/2018, avec qui j'ai passé les meilleurs moments de ma vie.**

**A**

*Tous les personnes qui m'ont aimé et respecté tout au long de ma vie estudiantine. Tous ceux qui me sont chers et que j'ai involontairement omis de citer et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.*

***NESRINE***

## **Résumé**

La plaine de Haut Cheliff connaît une dynamique spatio-temporelle très active de l'utilisation des sols ; en se basant sur les outils SIG et télédétection, pour évaluer et quantifier l'avancé de l'urbanisation (construction et travaux publics) au dépend des terres agricoles depuis les années 87 à nos jours.

La classification supervisée des images satellitaires nous a permis de généraliser cette bonne capacité discriminatoire à l'ensemble des états de surface et d'obtenir 11 classes homogènes correspondant à différentes unité d'utilisation du sol, principalement, l'eau, le sol, la végétation et l'urbanisation.

L'analyse numérique à l'aide des images satellitaire a été d'un grand avantage pour détecter et déduire l'évolution et La progression des surfaces imperméabilisées du fait de l'urbanisation et du changement d'affectation des terres dans la région du Haut Cheliff par la croissance démographique et la décroissance tenant compte le caractère socio-économique de cette région qui ont favorisé l'installation de l'étalement urbain et son évolution spatio-temporelle sur quatre décennies : 1987-1997-2007-2017.

**Mot clés :** Haut Cheliff ; utilisation du sol ; dynamique ; évolution ; imperméabilisées ; urbanisation ; télédétection.

**Abstract:**

The upper Cheliff plain know a very active spate-time dynamics of land use; based on GIS and remote sensing tools, to evaluate and quantify the progress of urbanization (construction and public works) at the expense of agricultural land from the 87th to the present day.

The supervised classification of satellite images allowed us to generalize this good discriminatory capacity to all surface states and to obtain 11 homogeneous classes corresponding to different land use units, mainly water, soil, soil vegetation and urbanization.

Numerical analysis using satellite imagery has been of great benefit in detecting and inferring the evolution and progression of impervious surfaces due to urbanization and land-use change in the Upper area Cheliff by population growth and decay taking into account the socio-economic character of this region which favored the installation of urban framework and its spate-time evolution over four periods: 1987-1997-2007-2017.

**Key words:** Upper Cheliff; land use; dynamic; evolution; water-proofed; urbanization; remote sensing.

## ملخص

يشهد سهل شلف الاعلى ديناميكية مكانية زمانية نشطة جداً لاستخدام الأراضي النشطة. و قد استخدم نظم المعلومات الجغرافية وأدوات الاستشعار عن بعد، لتقييم وقياس التقدم المحرز في العمران (البناء والأشغال العامة) على حساب الأراضي الزراعية من سنوات 87 إلى يومنا هذا.

التصنيف الموجه من صور الأقمار الصناعية سمح لنا بتوسيع نطاق هذه القدرة الجيدة لتمييز جميع ظروف السطح والحصول على 11 فئة متجانسة و المقابلة إلى وحدات استخدام الأراضي المختلفة، في المقام الأول، المياه، التربة، الغطاء النباتي والعمران.

لقد كان التحليل العددي باستخدام صور الأقمار الصناعية ذا فائدة كبيرة في استكشاف واستدلال على تطور وتقدم العمران

بسبب التحضر وتغيير استخدام الأراضي في منطقة شلف العالي من خلال النمو السكاني مع الاخذ بعين الاعتبار الطابع الاجتماعي والاقتصادي في هذه المنطقة، التي فضلت تثبيت الامتداد العمراني و التطور المكاني و الزماني على مدى أربعة عقود: 2017-2007-1997-1987

**الكلمات المفتاحية:** شلف الاعلى؛ استخدام الأراضي؛ حيوية؛ تطور؛ غير نفوذة للماء؛ التحضر؛ الاستشعار عن بعد.

## La liste des figures

---

Figure 01: Principe et système de télédétection (E. Chuvico, 1990) .....	10
Figure 02 : Quelques exemples d'application de la télédétection spatiale .....	11
Figure 03 : Localisation géographique de la plaine Haut Cheliff.....	13
Figure 04 : variation temporelle de précipitation mensuelle.....	15
Figure05: Evolution des Précipitations Moyennes Annuelles durant la période (1987-2014). .....	16
Figure06: Carte de précipitation moyenne annuelle sur l'Algérie du nord(Source : A.Mébarki et J-P.Laborde.ABH, 2012). .....	17
Figure 07 : variation temporelle de température mensuelle (1987-2014) .....	18
Figure 08: Diagramme Ombrothermique de Bagnoules et Gausсен 1987-2014 (Haut-Chéiff) .....	19
Figure 09: Localisation de la plaine du Haut Chéiff sur le climagramme d'Emberger .....	21
Figure 10 : carte géologique de la plaine d'ELKHEMIS (Perrodon, 1957 .....	22
Figure 11 : Carte géologique schématisé vectorisé de la plaine de Haut Cheliff.....	24
Figure 12 : Carte des sols digitalisés de la plaine du Haut Chéiff (Source : Boulaine, 1956).....	26
Figure 13 : Carte de réseau hydrographique du Haut Chéiff Source :(Sahraoui N., 2012).....	27
Figure 14: carte des ressources en eaux souterraine du Haut Cheliff Source :( Zafane Dj., 2016).....	28
Figure 15 : Variation spatiale des teneurs en Nitrates Source :(Zafane Dj, 2017).....	29
Figure 16 : Carte d'occupation des sols de la plaine du Haut Cheliff.....	30
Figure 17 : image LANDSAT MSS Aout 1987 .....	33
Figure 18 : image LANDSAT ETM+Aout 1997 .....	33
Figure 19: image LANDSAT ETM+Aout 2007 .....	34
Figure 20 : image LANDSAT OLI-8 Aout 2017 .....	34

## La liste des figures

---

Figure 21 : organigramme de la démarche méthodologique.....	39
Figure 22: Résultat de la correction atmosphérique.....	41
Figure 23 : L'image LANDSAT corrigé en composition colorée (août 1997) .....	42
Figure 24 : Classification supervisée de l'image LANDSAT MSS Aout 1987.....	44
Figure 25 : La superficie en hectare des classes de l'image 1987 .....	45
Figure 26: Classification supervisée de l'image LANDSAT TM5 Aout 1997. ....	46
Figure 27: La superficies en hectare des classes de l'image 1997 .....	47
Figure 28: Classification supervisée de l'image LANDSAT TM5 2007.....	47
Figure 29: La superficies en hectare des classes de l'image 2007 .....	48
Figure 30: Classification supervisée de l'image LANDSAT OLI-8 Aout 2017. ....	49
Figure 31 : La superficie en hectare des classes de l'image 2017 .....	50
Figure 32: comparaison entre les superficies des classes de sol et de végétation- Haut Cheliff (1987-2017) .....	51
Figure 33 : Les cartes d'urbanisations digitalisées de la plaine de Haut Cheliff.....	52
Figure 34: Diagramme de la superficie de surfaces urbanisées de la plaine de Haut Cheliff (1987-1997-2007-2017) .....	53
Figure 35 : Diagramme de la superficie des surfaces urbanisées (1987). ....	54
Figure 36 : Diagramme de la superficie des surfaces urbanisées (1997).....	55
Figure 37 : Diagramme de la superficie des surfaces urbanisées (2007).....	55
Figure 38: Diagramme de la superficie de surfaces urbanisées (2017).....	56
Figure 39 : Diagramme de la superficie de surfaces urbanisées (1987-1997).....	56
Figure 40: évolution temporelle des cadres urbains dans le Haut Cheliff 1987-2017.....	57
Figure 41: détection des changements spatiale des espaces urbanisées en 10 ans.....	58
Figure 42:détection des changements spatiale des espaces urbanisées en 20 ans.....	59
Figure 43: détection des changements spatiale des espaces urbanisées en 30 ans.....	59

## La liste des tableaux

---

<b>Tableau 01</b> : les résultats de précipitation mensuelle obtenus dans région de la plaine du Haut Chélif.....	14
<b>Tableau 02</b> : les résultats de précipitation annuelle obtenus dans région de la plaine du Haut Chélif.....	16
<b>Tableau 03</b> : Les limites de climat d'après l'indice de Martonne.....	20
<b>Tableau 04</b> : le taux d'évolution de l'urbanisation par rapport aux ressources naturelles....	51
<b>Tableaux 05</b> : Taux d'évolution de superficie de l'urbanisation dans le Haut Cheliff 1987-2017.....	60

## La liste des abréviations

---

- ANRH** : Agence National des Ressources hydriques ;
- ENVI** : environnement for visualising image ;
- ERTS** : Earth Ressources Technology Satellite ;
- Fig** : Figure ;
- Ha** : Hectare ;
- Km** : Kilomètre ;
- Mm** : Millimètre ;
- MSS** : Multi Spectral Scanner ;
- NASA** : National Aeronautics and Space administration ;
- ONM** : Office Nationale de Météorologie ;
- ONID** : Office Nationale d'Irrigation et de Drainage ;
- P** : Précipitation ;
- PIR** : Canal Proche infra-rouge ;
- R** : Rouge ;
- SIG** : Système d'Information Géographique ;
- T** : Température ;
- UTM** : Universal Transverse Mercator ;
- WGS 84** : World Géodésiques System (révision de 1984) ;
- %** : pourcent ;
- °C** : Degré Celsius ;

# Sommaire

Remerciement

Résumé

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

## Introduction

### Chapitre I : Aperçu bibliographique

I. Généralité sur L'imperméabilisation des sols .....	3
I.1. Introduction .....	3
I.2. Définition : .....	4
I.3. L'imperméabilisation des sols : quelles incidences ? .....	4
I. 3.1.Des conséquences connue et souvent irréversibles .....	4
I. 3.1.1. Le cycle de l'eau : .....	4
I. 3.1.2. La biodiversité .....	5
I. 3.1.3. Le climat .....	6
I. 4. Des effets socio-économiques négatifs .....	6
I.5.Compenser l'imperméabilisation des sols .....	7
I.5.1.Réutilisation de la couche arable .....	7
I.5.2.Désimperméabilisation (régénération des sols) .....	7
I.5.3.Redevance d'imperméabilisation .....	8
I.6. Mesurer et suivre l'imperméabilisation du sol grâce à la télédétection .....	8
I.6.1. Généralité sur la télédétection .....	8
I.6.1.1. Définition .....	8
I.6.1.2. Principes de la télédétection .....	9
I.6.1.3. Les domaines d'application de la télédétection .....	10

## **Chapitre II : Milieu physique**

II. 1. Localisation géographique de la plaine de Haut Cheliff .....	12
II .1.1. Contexte régional : .....	12
II.1.2. Contexte local .....	13
II .2. Climatologie .....	14
II .2.1. Les caractéristique du Climat .....	14
II .2.1.1. Régime pluviométrique .....	14
II .2.1.1.1. Analyses de précipitation .....	14
II .2.1.2. Analyses des températures .....	17
II.2.2. Analyses climatiques .....	18
II.2.2.1. Diagramme Ombrothermique de Gaussen .....	18
II.2.2.2. Indice d'aridité de Martonne (1927) .....	19
II.2.2.3. Climagramme d'Emberger .....	20
II .3. Cadre géologique générale et litho stratigraphie .....	22
II .3.1. Cadre géologique.....	22
II.3.2. La lithologie du Haut Chélif .....	23
II .4. La topographie et relief de la plaine .....	24
II .5. La morphologie .....	24
II .6. Pédologie .....	25
II .7. Ressources en eaux.....	27
II .7.1. Les ressources en eaux superficielles .....	27
II.7.2. Les ressources en eaux souterraines .....	28
II.8. La pollution nitraté dans le Haut Chélif.....	28
II.9. L'occupation de sol .....	29
II.9.1. Urbanisation et démographique .....	31

## **Chapitre III : Matériels et Méthodes**

III.1. Les données utilisées .....	32
------------------------------------	----

III. 1.1. Les images satellitaires :	32
III. 1.2. Les données cartographiques	36
III .1.3.les données climatiques	36
III.2.les logiciels utilisés	36
III .3.prétraitement des images satellitaire.....	37
III .3.1. La correction atmosphérique	37
III .4. Dégitalisation des zones urbaines	38
III .4.1. Extraction des superficies	38
III .4.2. Détection de changement.....	38
III .5.1. La classification supervisée	38

## **Chapitre IV : Résultats et Discussions**

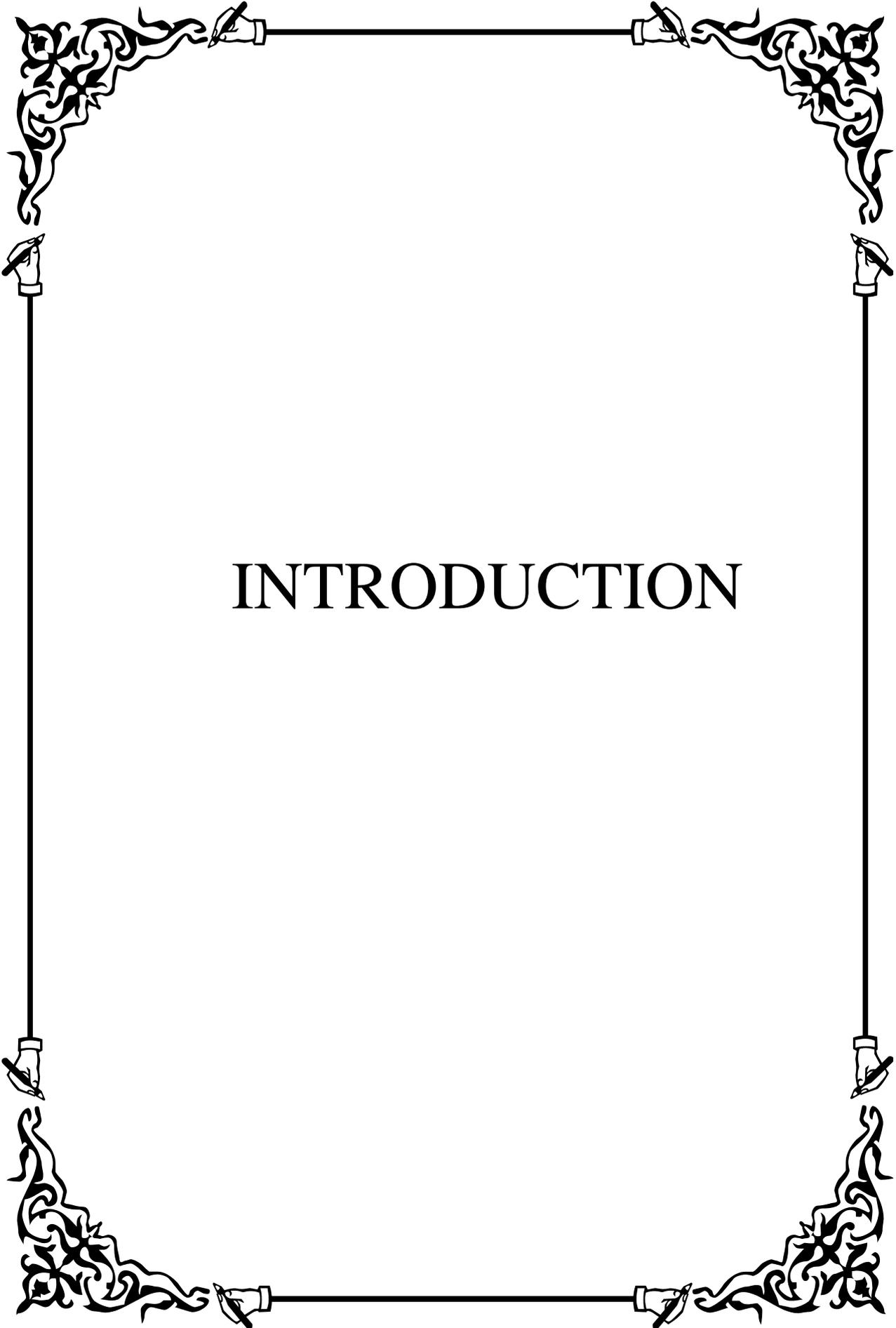
IV.1. Objectif	40
IV.2. Analyses visuelles des images satellitaires	40
IV.3. Traitement et analyses des images satellitaires	40
IV.3.1. Prétraitements et correction des images	40
IV.3.2. Assemblages de canaux	41
IV.4. Traitement de l'image satellitaire	42
IV.4.1. Classification des images	43
IV.4.2. Détermination des classes	43
IV.5. Pertinence de la classification supervisée	44
IV.6..Image satellitaire LANDSAT 1987	44
IV.6.1.Superficie des classes	45
IV.6.2.Image satellitaire LANDSAT 1997	46
IV.6.2.1. Superficies des classes	47
IV.6.3.Image satellitaire LANDSAT 2007	47
IV.6.3.1.Superficie des classes	48

IV.6.4.Image satellitaire LANDSAT 2017 .....	49
IV.6.4.1.Superficie des classes .....	50
IV.7. La comparaison spatiale des classes de sol et de végétation : .....	51
IV.7.1.Extraction des superficies urbaines .....	51
IV.8. La déigitalisation des surfaces imperméabilisées de la plaine de Haut Cheliff .....	52
IV.9. Dynamique du cadre urbain de la population .....	54
IV.9.1. L'année 1987 .....	54
IV.9.2 .L'année 1997 .....	54
IV.9.3.l'année 2007 .....	55
IV.9.4. L'année 2017 .....	56
IV.9.5.Détection de changement de 1987 à 2017 .....	56
IV.9.6.Evolution temporelle des cadres de l'urbanisation dans le Haut Cheliff .....	57
IV. 10.Discussion générale .....	57
IV.10.1.Détection des changements dans la plaine de Haut Cheliff .....	57
IV.10.2.Le taux d'évolution 1987-2017.....	60

## **Conclusion**

## **Référence Bibliographique**

## **Annexes**



# INTRODUCTION

# INTRODUCTION

---

## Introduction

Le sol constitue une ressource essentielle et non renouvelable à l'échelle humaine, son fonctionnement est soumis à l'effet de plusieurs facteurs naturels ou anthropiques provoquant ainsi une détérioration de sa capacité de production comme support de plantes et un déséquilibre environnemental en tant qu'interface d'échange entre l'atmosphère, la biosphère et l'hydrosphère (Yahiaoui et al,2015) .

En effet, l'urbanisation, l'explosion démographique, l'accroissement de l'économie et diverses causes anthropiques ont créés une grande pression sur les ressources naturelles en générale, la ressource en eau et l'utilisation des terres agricoles en particulier. Le développement a rapidement dépassé la capacité de contrôle des bureaux de planification et d'administration. Dans ce contexte, la télédétection et les systèmes d'information géographique (SIG) viennent les appuyer pour suivre ces processus.

A différentes échelles, la problématique de l'urbanisation croise celles posées par la perte des terres agricoles et la dégradation de l'environnement, ainsi que les questions liées à la désertification et la sécurité alimentaire. Le développement des villes, s'il est d'envergure mondiale, n'en demeure pas au moins inséparable de la réduction des terres agricoles. Sur une surface de terres cultivées dans le monde (1500 million d'hectare), inégalement répartie, 12 à 16 millions d'hectares des terres arables sont perdus chaque année par suite de l'urbanisation et des infrastructures de transports (Driss Nassima, 2001).

En Algérie ; le terroir fertile autour des villes va disparaître au profit d'une urbanisation qui, en moins de vingt ans, sera incontrôlable ; l'explosion démographique et l'exode rural vers les grands centres, la demande en habitat conséquente ainsi que le retard accumulés dans la réalisation du logement vont encourager le lotissement spontané des propriétés foncières et le « construction illicite ».

La télédétection offre une prospective unique avec des analyses multi temporelles sur la façon dont l'occupation des sols se développe. L'élément clé pour cartographier les changements d'occupation des sols, 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)

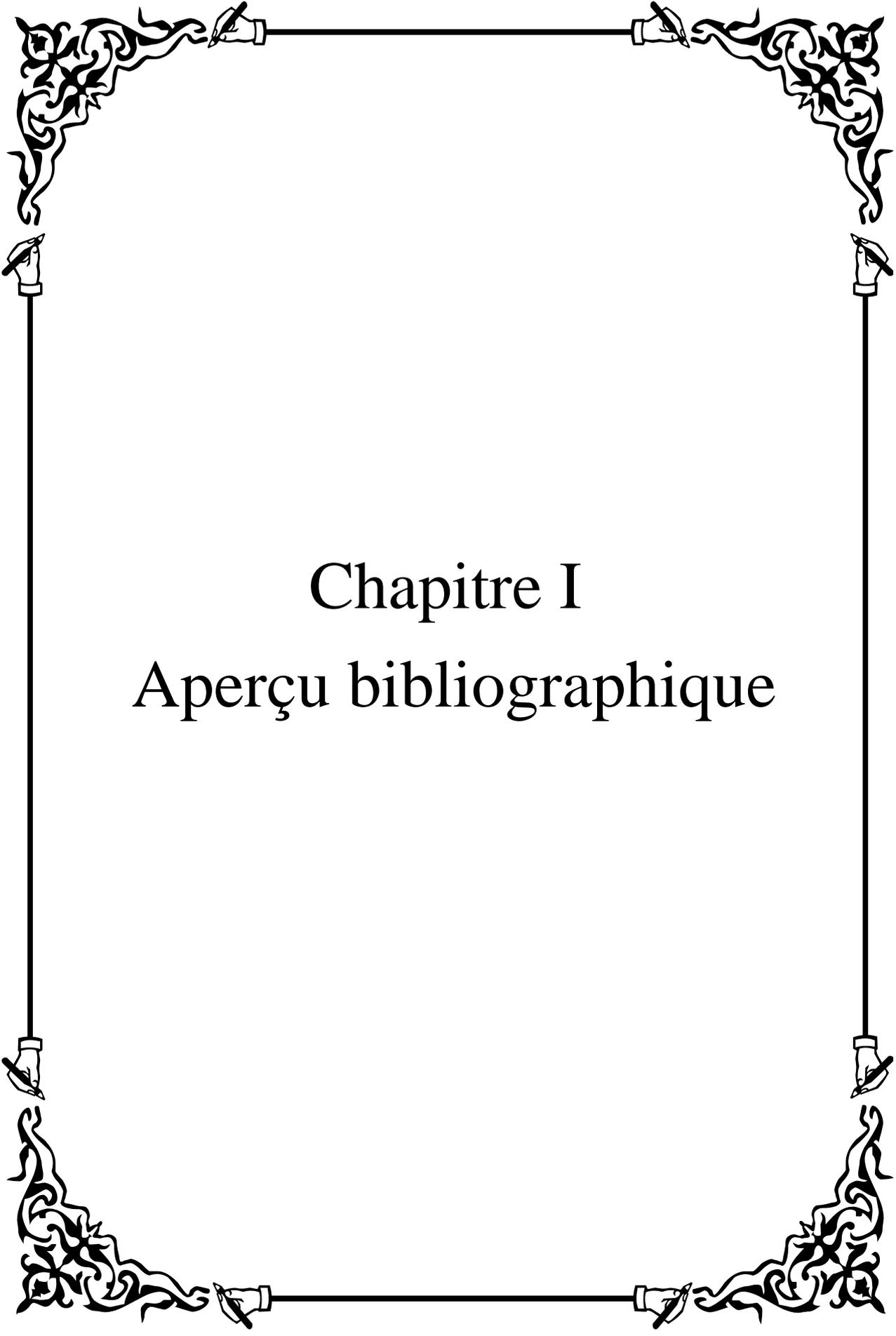
# INTRODUCTION

---

Ce projet de recherche a été établi à partir de l'état actuel de l'environnement ; l'objectif de ce travail est l'utilisation des images satellitaires prise à des dates différentes pour évaluer l'expansion spatiotemporelle de l'imperméabilisation artificialisée de la plaine de Haut-Chélif par l'utilisation des SIG et de la télédétection optique pour quantifier les pertes en terre et évaluer son impact sur la dégradation de la ressource naturelle (forêts, prairies...) et agricoles (terres agricoles).

Dans ce cadre, ce mémoire est structuré comme suite :

- Le premier chapitre expose un aperçu bibliographique sur l'imperméabilisation artificielle des terres et généralité sur la télédétection en relation avec l'étude d'occupation de sol et l'étude liée à l'imperméabilisation des sols.
- Le deuxième chapitre est consacré à la présentation du milieu physique de la zone d'étude.
- Le troisième chapitre présente le matériel utilisé, précise la problématique de notre étude, explique les méthodes de traitements et d'analyse et définit notre démarche méthodologique.
- Enfin, le dernier chapitre répond à la problématique posée par une analyses et une interprétation des résultats de cette étude.



Chapitre I  
Aperçu bibliographique

## I. Généralité sur L'imperméabilisation des sols

### I.1. Introduction :

La terre et le sol sont des ressources essentielles, qui contribuent largement au développement du continent. Néanmoins, au cours des dernières décennies, l'imperméabilisation des sols due à l'urbanisation et au développement des infrastructures a progressé deux fois plus rapidement que la population, et, de toute évidence, cette tendance n'est pas viable à long terme. L'imperméabilisation des sols, c'est-à-dire leur recouvrement par un matériau imperméable tel que le béton ou l'asphalte, est une des principales causes de la dégradation des sols dans l'Union européenne. L'imperméabilisation des sols augmente le risque d'inondation et de pénurie d'eau, contribue au réchauffement de la planète, menace la diversité biologique et est particulièrement préoccupante lorsqu'elle affecte des terres agricoles fertiles ( **Janez Potočnik, 2012**)

L'imperméabilisation, par sa nature, a une incidence importante sur les sols en ce sens qu'elle réduit grandement leur utilité. Il est de pratique courante d'éliminer la couche supérieure de la couche arable, qui assure la plupart des services éco systémiques liés aux sols, et de mettre en place de solides fondations dans le sous-sol et/ou la roche sous-jacente pour soutenir le bâtiment ou l'infrastructure, avant de poursuivre la construction. Cette pratique a généralement pour effet d'isoler le sol de l'atmosphère, empêchant l'infiltration des eaux de pluie et les échanges gazeux entre le sol et l'air. En conséquence, l'imperméabilisation des sols se traduit par une véritable consommation du sol . C'est une grave source de préoccupation, car la formation des sols est un processus très lent: il faut en effet des siècles pour que se constitue ne serait-ce qu'un centimètre de sol. ( **Janez Potočnik, 2012**)

L'expansion des surfaces imperméabilisées du fait de l'urbanisation et du changement d'affectation des terres, et la perte des ressources du sol qui en résulte, est un des grands problèmes environnementaux auxquels l'Europe est confrontée de nos jours. Il est impératif que nous utilisions nos sols avec plus de discernement si nous voulons préserver pour les générations futures les nombreuses fonctions essentielles qu'ils assurent.

**I.2. Définition**

L'imperméabilisation des sols est le recouvrement permanent d'une parcelle de terre et de son sol par un matériau artificiel imperméable tel que l'asphalte ou le béton. Ce phénomène fait partie des principaux processus de dégradation des sols.

Son ampleur et sa progression sont considérables. Il affecte des services éco systémiques essentiels (notamment la capacité du sol à produire des aliments, à absorber l'eau, à la filtrer et à la mettre en réserve), ainsi que la diversité biologique. L'urbanisation permanente et la transformation de nos paysages sont, à juste titre, perçues comme un des principaux défis à relever. Il faut plusieurs générations pour reconstituer un sol sain après qu'il a été détruit ou gravement dégradé. L'imperméabilisation résulte de l'artificialisation des sols par la mise en œuvre de projet d'aménagement (ou le maintien à nu des sols agricoles l'hiver).

Avec l'implantation des constructions et la réalisation de routes et de surfaces de stationnement, le sol ne peut plus remplir ses fonctions naturelles. L'eau ne peut ni infiltrer, ni s'évaporer, le ruissellement (et surtout la vitesse de ruissellement) s'accroît, avec pour conséquence des inondations, coulées de boue...

**I.3. L'imperméabilisation des sols : quelles incidences ?****I. 3.1. Des conséquences connues et souvent irréversibles**

Les sols qui sont des milieux non renouvelables subissent des dégradations plus au moins irréversibles. Ces dégradations influencent leur fonction environnement et affectent la qualité de l'eau et l'air ainsi que la biodiversité de nombreux écosystèmes.

Les principales conséquences environnementales de l'imperméabilisation des sols connues et concernent :

**I.3.1.1. Le cycle de l'eau :** la diminution du couvert végétal et l'imperméabilisation des surfaces entraînent :

- Une augmentation et une accélération des ruissellements pluviaux susceptible d'aggraver les pics de crues.
- Une diminution de l'infiltration naturelle de l'eau dans le sol, donc les possibilités de réapprovisionnement des nappes phréatiques.

- Une diminution du pouvoir filtrant et épurateur des sols, susceptible d'aggraver le transfert des polluants vers les nappes et les cours d'eau.
- L'imperméabilisation des sols peut exercer des pressions importantes sur les ressources en eau et entraîner une modification de l'état écologique des bassins hydrographiques.

### I.3.1.2. La biodiversité

- L'imperméabilisation des sols nuit à la diversité biologique, tant terrestre que souterraine. Les scientifiques estiment qu'au moins un quart des espèces de la planète vivent dans les sols. Les micro-organismes du sol jouent un rôle fondamental dans la décomposition de la matière organique du sol et dans le recyclage de nutriments et, en définitive, dans le captage et le stockage du carbone. En collaboration avec des organismes plus gros, tels que les vers de terre, ils sont capables de modifier la structure du sol et de le rendre plus perméable à l'eau et aux gaz (**Turbé et al., 2010**). En plus d'offrir un habitat aux espèces souterraines, le sol est essentiel à la survie de la plupart des espèces de surface. De nombreuses espèces animales sont tributaires du sol, au moins à certains stades de leur vie – pour certaines phases de leur développement (nombreux insectes), pour se reproduire, pour nidifier ou pour s'alimenter. L'imperméabilisation linéaire des sols (les routes et autoroutes, par exemple) peut constituer un sérieux obstacle supplémentaire pour certaines espèces sauvages, en interrompant leurs voies de migration et en perturbant leurs habitats
- un seule gramme de sol contient quelques milliard de cellules bactériennes et des centaines de mètres de filaments de champignon. L'imperméabilisation du sol constitue une dégradation voire une destruction irréversible de cette biodiversité encore en grande partie méconnue. (**Turbé et al., 2010**).
- Dans les zones urbaines, la diminution de l'évapotranspiration due à la disparition de la végétation à la suite de l'imperméabilisation des sols, et l'absorption accrue de l'énergie solaire par les surfaces asphaltées ou en béton, les toits et les pierres de couleur sombre sont des facteurs importants qui contribuent, de même que la chaleur produite par les systèmes de climatisation et de réfrigération et la chaleur produite par la circulation routière, à l'effet «îlot de chaleur urbain». En cas de températures très élevées (vagues de chaleur), l'effet îlot de chaleur urbain peut

avoir des conséquences particulièrement graves pour la santé des groupes vulnérables de la population, tels que les personnes atteintes de maladies chroniques et les personnes âgées. L'optimisation de la conception des zones urbaines, qui consiste à prévoir des parcs et des espaces verts, ainsi qu'à préserver des bandes de sol non imperméabilisé («couloirs d'air frais») afin de faciliter la ventilation des centres urbains, est une démarche qui est appelée à prendre de plus en plus d'importance à l'avenir (Früh et al., 2010).

**I.3.1.3. Le climat :** les sols stockent sous forme de matière organique morte environ 5 fois plus de carbone que la biomasse forestière et contribuent à la régulation des émissions de gaz à effet de serre. De plus la prédominance des surfaces minérales imperméable et sombres contribue à l'installation de microclimats artificiels caractérisés par une augmentation des températures en période estivale, également appelés « ilots de chaleur urbains » (ICU).

Les zones urbanisées se sont principalement établies à proximité des zones les plus fertiles. C'est pourquoi l'imperméabilisation des sols affecte souvent les sols les plus fertiles, ce qui a une incidence sur la sécurité alimentaire de l'Europe. L'analyse réalisée par le Centre commun de recherche de la Commission européenne (Gardi et al., 2012) montre qu'entre 1990 et 2006, 19 États membres ont perdu une capacité de production agricole potentielle correspondant au total à 6,1 millions de tonnes de blé, soit à peu près l'équivalent d'un sixième de la récolte annuelle de la France, qui est le plus gros producteur de blé d'Europe.

#### **I.4. Des effets socio-économiques négatifs**

Du point de vue socio-économique, le phénomène réduit la productivité agricole, contribue à la détérioration de la qualité de vie des habitants, en réduisant leur capacité à s'approvisionner en aliments, bois et eau. Il peut également altérer la santé de la population. L'augmentation de la mortalité infantile, la réduction de l'espérance de vie, la pauvreté et les famines sont associées à la désertification et à la dégradation des sols.

## I.5. Compenser l'imperméabilisation des sols

Il existe différentes manières de compenser la perte de sol et de ses fonctions: récupérer la couche de terre arable déblayée lors de l'imperméabilisation des sols, afin qu'elle puisse être employée ailleurs; désimperméabiliser une zone donnée (régénération du sol) pour compenser l'imperméabilisation ailleurs; et prélèvement d'une redevance en cas d'imperméabilisation des sols, destinée à être utilisée à des fins de protection des sols ou à d'autres fins écologiques. Certains systèmes de compensation sont décrits dans les sections suivantes :

### I.5.1. Réutilisation de la couche arable

La couche arable qui est éliminée lors de la préparation du terrain en vue de la construction d'un bâtiment ou d'une route peut être réutilisée ailleurs. Elle peut notamment être utilisée par le secteur des loisirs (aménagement de terrains de golf, par exemple), par les jardiniers amateurs pour améliorer la qualité de leurs sols (notamment des sols argileux lourds), ou dans le cadre d'activités de remise en état des sols (par exemple, pour recouvrir des décharges, ou en remplacement de sol contaminés sur un site pollué) afin de créer un milieu favorable à la germination des semences et à l'enracinement des plantes. En outre, la couche arable peut être réutilisée pour améliorer les sols de qualité médiocre, après une sélection rigoureuse du site et du sol; les caractéristiques physiques, biologiques et chimiques du sol hôte sont toutefois essentielles. Des dispositions juridiques peuvent encourager la réutilisation de la couche arable (**Kupfer et al, 2010**).

### I.5.2. Désimperméabilisation (régénération des sols)

Désimperméabiliser signifie rétablir en partie l'ancien profil du sol en éliminant les couches imperméables telles que l'asphalte ou le béton, en ameublissant le sol sous-jacent, en éliminant les matières étrangères et en restructurant le profil. L'objectif est de rétablir un lien effectif avec le sous-sol naturel. Cela peut nécessiter l'utilisation de la couche arable déblayée ailleurs pour obtenir un milieu d'enracinement de meilleure qualité, ou l'utilisation de matériaux favorisant la pédogénèse. Bien gérées, ces

mesures peuvent considérablement contribuer au rétablissement des fonctions du sol (**Procop et al., 2011**).

### **I.5.3. Redevance d'imperméabilisation**

L'artificialisation des terres et l'imperméabilisation des sols peuvent être soumis au versement d'une redevance à l'autorité environnementale compétente. Le montant de la redevance peut être fonction de la qualité du sol consommé et/ou du pourcentage d'imperméabilisation du projet d'aménagement. Bien qu'un tel système puisse être considéré comme un moyen de limiter l'imperméabilisation des sols, plutôt que de la compenser, dans la pratique, le montant actuel des redevances n'est généralement pas assez élevé pour décourager l'artificialisation des terres. Pour autant que les recettes générées soient utilisées pour soutenir les projets de protection de l'environnement portant sur le sol, il est légitime de considérer ce système comme une possibilité de compensation. Des redevances d'imperméabilisation sont appliquées dans plusieurs pays et régions dans le but de préserver les meilleures terres agricoles. Dans ce cas, le niveau de la redevance est généralement lié aux classes de fertilité des sols (**Prokop et al., 2011**).

## **I.6. Mesurer et suivre l'imperméabilisation du sol grâce à la télédétection**

### **I.6.1. Généralité sur la télédétection**

#### **I.6.1.1. Définition**

Le mot télédétection (détection à distance ;en anglais « Remote Sensing ») désigne l'ensemble des techniques qui permettent d'étudier à distance des objets ou des phénomènes. Le terme de télédétection a été inventé en 1958 par **Evelyn Pruitt** de l'Office of Naval Research des Etats-Unis dans le but de référer à l'intégration de données issues d'acquisitions aussi diverses que des photographies aériennes ou des images satellitaires (**THIRION, 2003**).

Une définition plus précise, et pour nous plus opérationnelle, de la télédétection est la suivante : « La télédétection est l'ensemble des techniques qui permettent, par l'acquisition d'images, d'obtenir de l'information sur la surface de la Terre. Elle englobe tout le processus qui permet, à l'aide d'un capteur, "d'observer" et d'enregistrer le rayonnement électromagnétique, émis ou réfléchi, par une cible quelconque sans contact direct avec celle-ci. Le traitement et l'analyse des informations véhiculés par le rayonnement enregistré permettent d'accéder à certaines propriétés de cette cible : géométriques (position, forme et dimensions), optiques (réflexion, transmission, absorption,) et physico-chimiques (température, teneur en eau, chlorophylle foliaire,). (Soudani, 2005 ; CCT, 2007). Donc, la télédétection constitue le fruit de l'interaction entre trois éléments fondamentaux ; une source d'énergie, une cible et un capteur, et consiste à mesurer un signal électromagnétique émis ou réfléchi par une cible. (Corbane, 2006)

Les applications de la télédétection se sont multipliées, dans de nombreux domaines de la météorologie et de la climatologie, de la foresterie, de l'océanographie, de la cartographie ou de la géographie. La télédétection permet également de détecter des catastrophes naturelles comme les incendies, les inondations et elle peut être un outil pour la surveillance des zones sismiques ou volcaniques (THIRION, 2003).

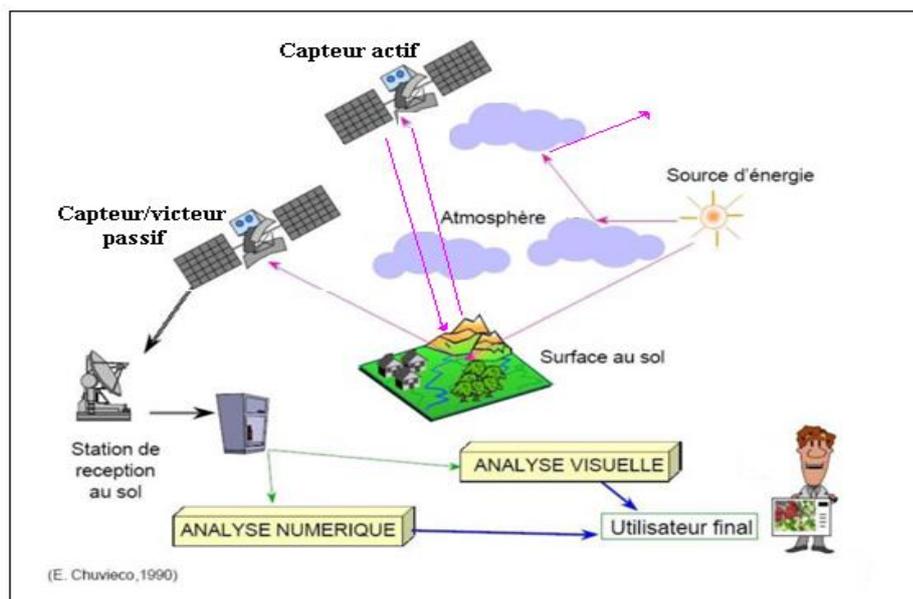
Quel que soit le domaine d'applications considérées, une bonne interprétation des documents de télédétection ou une bonne utilisation des données numériques nécessite la compréhension des principes physiques sur lesquels sont fondés la technique de télédétection employée (KERGOMARD, 2009).

L'on distingue en générale les moyens de télédétection « actif » et « passif » (source : André Ozer)

- **Télédétection passive** : enregistrement du rayonnement naturel, fourni par la lumière ou la chaleur, qu'il soit émis, réfléchis ou réfracté (ex : photographies aériennes du paysage éclairé par la lumière du soleil ainsi que certaine image satellitaire comme (SPOT, LANDSAT...)
- **Télédétection active** : enregistrement du rayonnement que réfléchit l'objet ou le paysage « illuminé » par l'opérateur (ex : images radar)

### I.6.1.2. Principes de la télédétection

Dans la plupart des cas, la télédétection implique une interaction entre l'énergie incidente et les cibles. Le processus de télédétection au moyen de systèmes imageurs comporte entées ci-dessous. Notons cependant que la télédétection peut également impliquer l'énergie émise (infrarouge) ou utiliser des capteurs non-imageurs (sismique, gravimétrie...) (KLUSER, 2000).



**Figure 01:** Principe et système de télédétection (E. Chuvico, 1990)

### I.6.1.3. Les domaines d'application de la télédétection

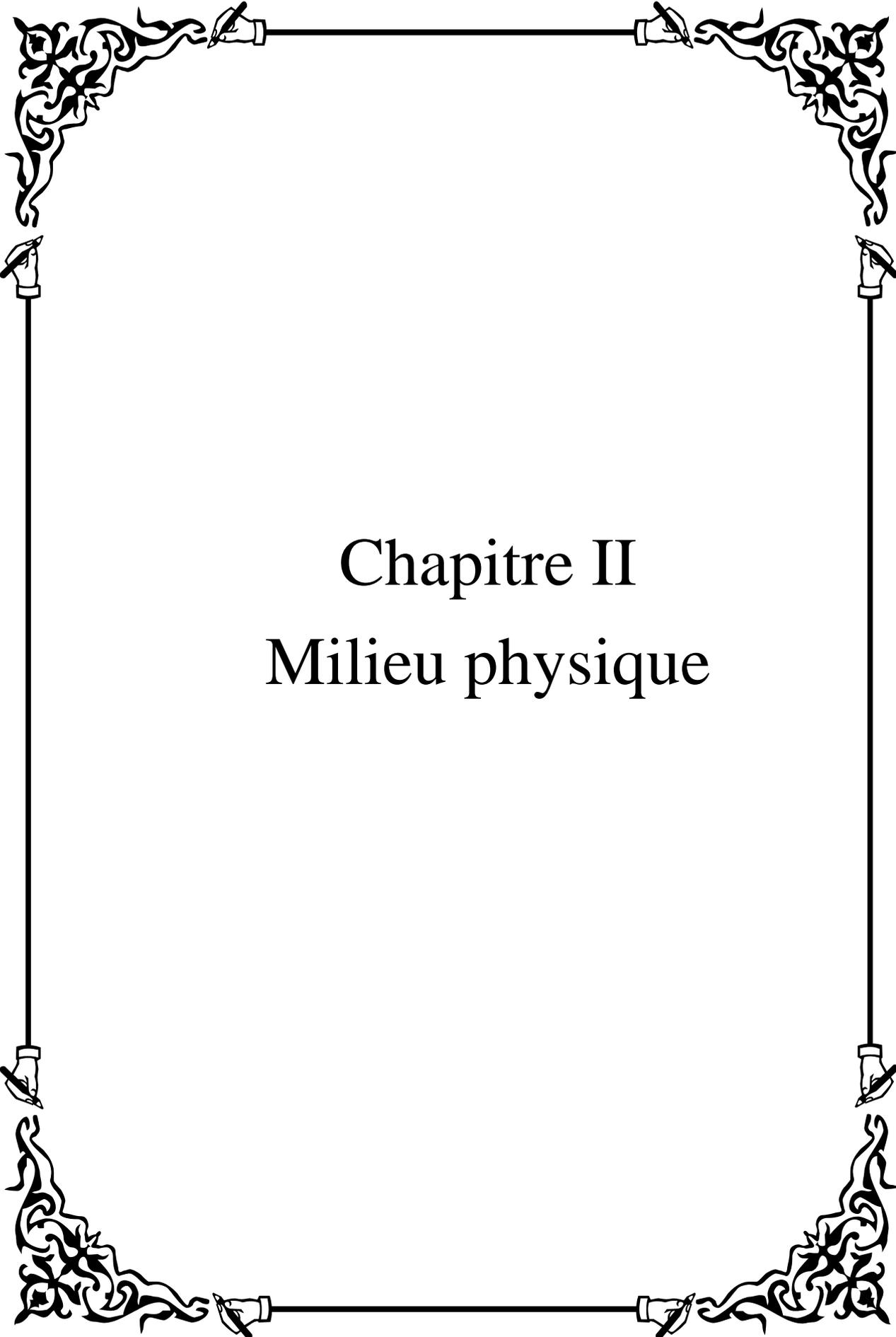
Selon **Kergomard (2004)** Trois grands domaines ont bénéficié de la télédétection :

- Le premier grand domaine d'application de la télédétection a été l'étude de l'atmosphère (météorologie et climatologie). L'intérêt de la télédétection dans ce domaine est d'assurer une couverture globale et très fréquemment répétée de la planète entière ; par contre la résolution spatiale n'est pas primordiale pour les applications météorologiques
- En océanographie, la télédétection offre l'avantage de permettre une vision synoptique de vastes régions qu'il est impossible d'obtenir par les moyens traditionnels (bateaux). Pour certaines études à petite échelle, les données des satellites météorologiques sont largement utilisées en océanographie (températures de surface de l'océan) ;

- Les applications terrestres de la télédétection sont extrêmement variées, et le champ des utilisations ne cesse de s'élargir : cartographie, géologie et prospection minière, mais aussi surveillance des cultures ou du couvert forestier, urbanisme, aménagement, génie civil, etc... Le traitement de l'imagerie satellitaire numérique est une discipline en constant développement, et la baisse du coût des matériels informatiques a entraîné une augmentation rapide du nombre des utilisateurs.



**Figure 02.** Quelques exemples d'application de la télédétection spatiale .



Chapitre II  
Milieu physique

**CHAPITRE II : Présentation de la Zone d'étude****II. 1. Localisation géographique de la plaine de Haut Cheliff****II .1.1. Contexte régional :**

La plaine alluviale Khemis située à 120 km au Sud-Ouest d'Alger et 25 km du chef-lieu de la wilaya sur la route nationale N°4. elle appartient au bassin versant dit Haut Cheliff. Elle apparaît sous la forme d'une dépression intra-montagneuse.

Elle couvre sept communes qui sont entre autre : Arib, Sidi lakhdar, Khemis Miliana, Ain Soltan, Djendel, Bir Ouled Khelifa et Djelida.

**II.1.2. Contexte local :**

La plaine alluviale du Khemis Miliana appelée aussi plaine d'Affre ville appartient à la wilaya d'Aindefla. Elle a une superficie de 359 km<sup>2</sup>. Elle est limitée au Nord par les monts du Zaccar, Au Sud par les contreforts de l'Ouarsenis, à l'Ouest par le massif de Doui et l'Est par Djebel Gontas.

Elle est caractérisée par une pente relativement faible (15%) (Hattab.1998). Elle est bordée au Nord par des cônes de déjection qui constituent la zone de transition entre la vallée et la montagne.

La plaine est comprise géographiquement entre les coordonnées suivantes :

- 36° 12' et 36° 17' de latitude nord c'est-à-dire entre les communes de Bir-Ouled-Khelifa et de Miliana

- 2° 12' et 2° 17' de longitude Est, soit entre djebels Doui et Gontas

La plaine alluviale de Khemis Miliana est marquée comme une zone à vocation agricole nécessite une irrigation à cause d'un climat continental semi-aride avec des étés très secs et hivers pluvieux

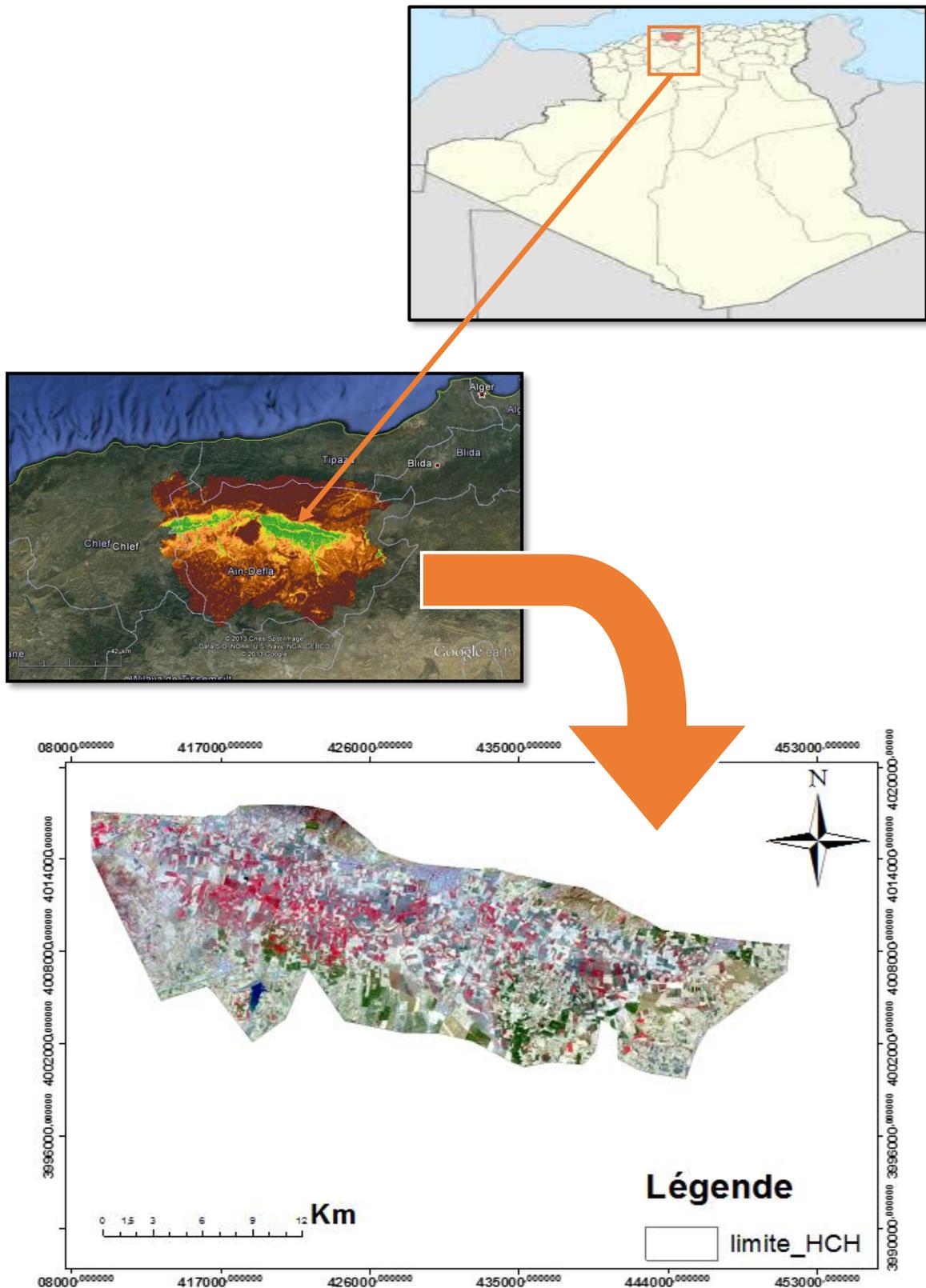


Figure 03: Localisation géographique de la plaine Haut Cheliff

## II .2. Climatologie

### II .2.1. Les caractéristique du Climat

Le climat de la plaine Haut Cheliff est caractérisé par un climat semi-aride avec des influences sahariennes en été, et des influences méditerranéennes en hiver, les précipitations annuelles présentent une variabilité interannuelle importante caractéristique d'un régime pluviométrique irrégulier.

#### II .2.1.1. Régime pluviométrique

L'étude pluviométrique de la plaine de Khemis Miliana est basée sur les données climatiques, Les données climatiques disponibles pour la plaine du Haut Cheliff sont celle observations effectuées au niveau des stations de l'agence nationale des ressources hydrique (ANRH , 2017) avec une période de 27 ans et assuré par ONM.

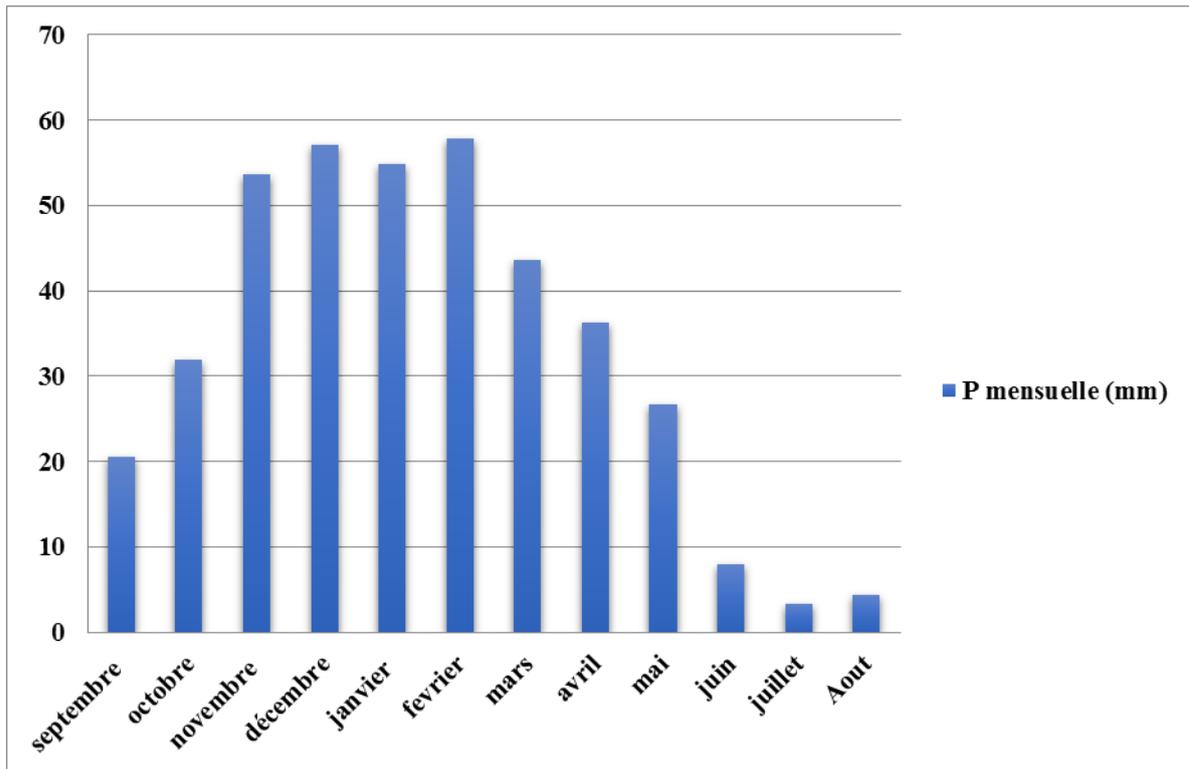
##### II .2.1.1.1. Analyses de précipitation

On dispose de donnée pluviométrique sur un période de 27 ans, les données disponibles relatives à cette station nous ont permet de caractérisé notre région.

**Tableau 01:** les résultats de précipitation obtenus dans région de la plaine du Haut Chélif

Mois	Précipitation M (mm)
Janvier	45,91
Février	57,87
Mars	43,6
Avril	36,25
Mai	26,75
Juin	8,01
Juillet	3,23
Aout	4,3
Septembre	20,6
Octobre	31,93
Novembre	53,59
Décembre	57,1
la somme	398,14

(Source : ANRH, 2017)



**Figure 04:** variation temporelle de précipitation mensuelle

Les précipitations constituent l'un des éléments les plus importants qui définissent le climat d'un lieu donné. Etant donné que la région d'étude est caractérisée par un climat semi-aride ils ont été au cours des dernières années à des périodes illimitées de sécheresse (**Ratta , 2010**)

Le tableau porte les valeurs moyennes mensuelles (en mm) de la pluviométrie enregistré à la station de Khemis Miliana durant la période 1987-2014

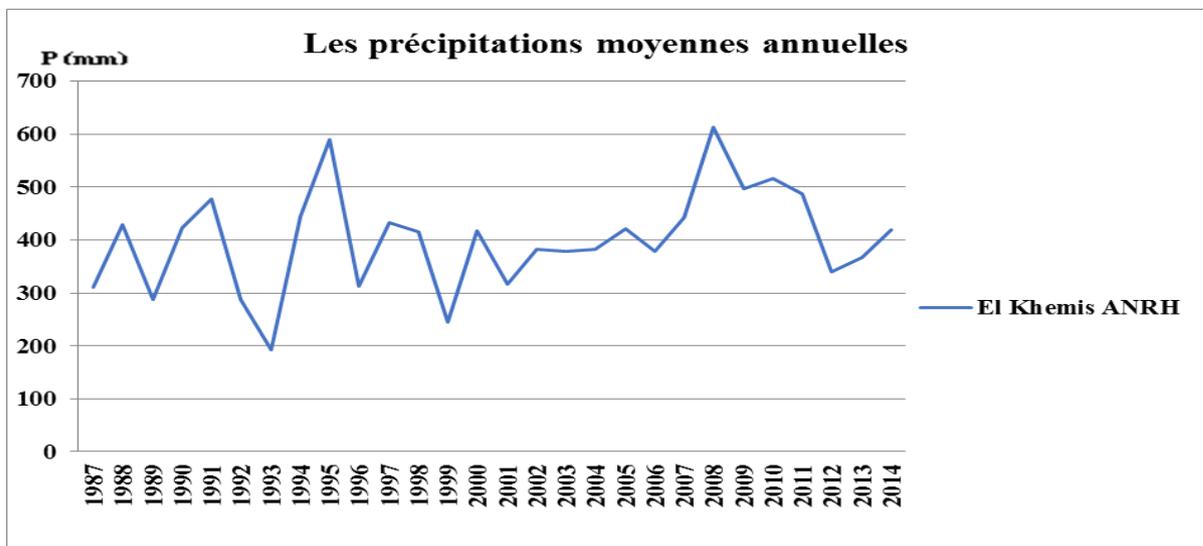
Après les analyse des pluies moyennes mensuelles observées par la station utilisé, nous a permis de constater que la répartition est caractérisée par deux saisons bien distinctes :

- Une saison humide d'octobre en mai, où la pluviométrie atteint en moyenne 90% des précipitations totales annuelles.
- Une saison sèche entre juin à septembre,

**Tableau 02** :les périodes d’observation des précipitations moyenne annuelle dans la station

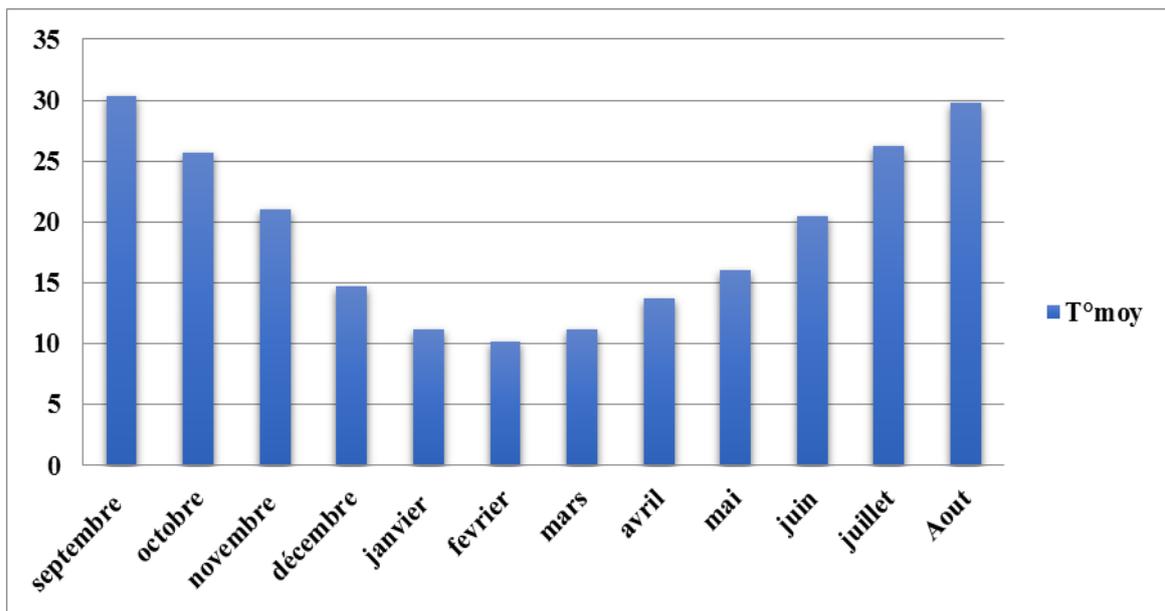
Années	P annuelle (mm)	Années	P annuelle (mm)
1987	311,5	2001	317
1988	429,1	2002	381,8
1989	286,6	2003	378,2
1990	422,9	2004	381,9
1991	477,6	2005	421,4
1992	288,2	2006	379
1993	192,1	2007	443,1
1994	443,5	2008	612,9
1995	590,5	2009	496
1996	312,9	2010	516,8
1997	433,4	2011	486,3
1998	415,2	2012	339,5
1999	244,1	2013	367
2000	414,9	2014	419,4

(Source : station météorologique de Khemis-Miliana, 2017)



**Figure 05:** Evolution des Précipitations Moyennes Annuelles durant la période (1987-2014).





**Figure 07** : variation temporelle de température mensuelle (1987-2014)

L'examen de tableau représentant l'évolution des températures annuelles, fait ressortir :

- Un pôle froid allant du mois de Décembre au mois d'Avril ou la température 10.17°C dans la station de Khemis Miliana ANRH.
- Un pôle chaud allant du mois de Mai au mois de Novembre ou la température atteint 30.3°C dans la station de Khemis Miliana.

Pour les températures moyennes mensuelles minimales on constate une température minimale extrême de 6.3°C est enregistré au mois de janvier.

Pour les températures moyennes mensuelles maximales on constate que la température maximale extrêmes de de 34.3°C (ANRH) est enregistrer au mois de juillet.

## II.2.2. Analyses climatiques

### II.2.2.1. Diagramme Ombrothermique de Gaussen

Le diagramme Ombrothermique de Gaussen(1953) ou le Climagramme pluviométrique de Gaussen est une représentation graphique de variation de précipitation et de température en fonction du temps (mois) qui nous permet de déterminer la période sèches et humides d'une région.

Le cumul des mois secs constitue la saison sèche. Pour vérifier cette relation, on doit adapter une échelle qui la concrétise ( $p \leq 2T$ ) ; c'est la zone où la courbe de P passe en au-dessous de celle 2T.

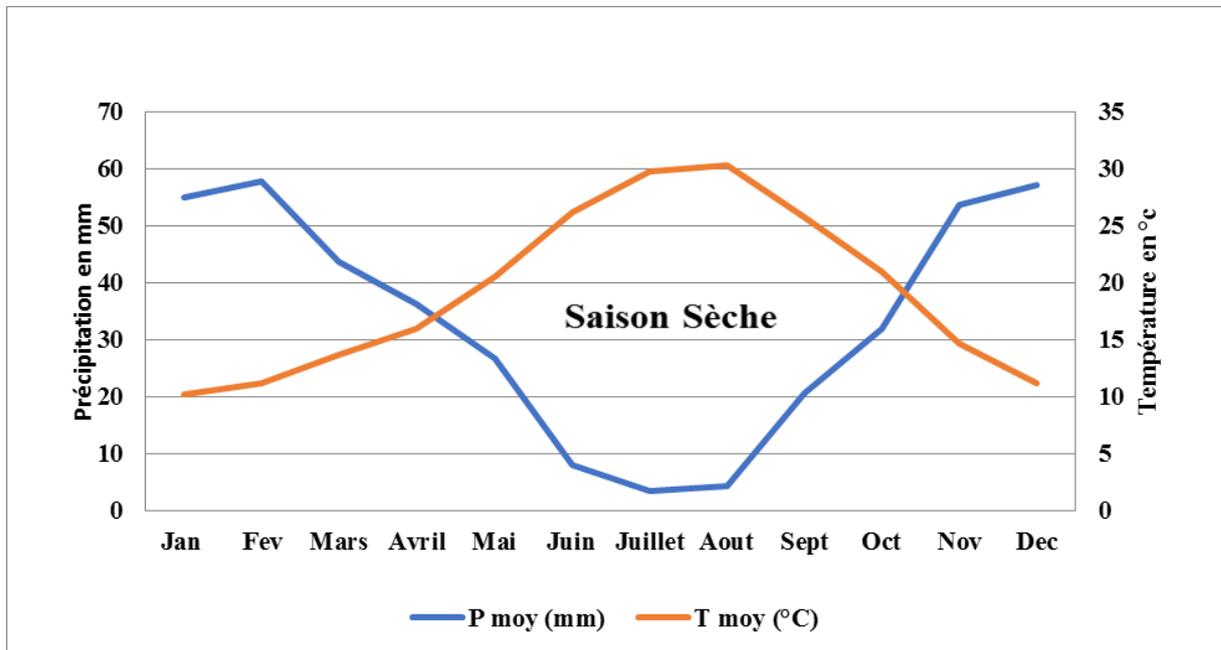


Figure 08: Diagramme Ombrothermique de Bagnoules et Gausсен 1987-2014 (Haut-Chéliff)

D'après les résultats, une longue période de sécheresse est révélée, elle s'étale sur six mois sont secs, allant de Avril à octobre.

**II.2.2.2. Indice d'aridité De Martonne (1927)**

C'est le degré de sécheresse du climat de la région. Cet indice permet de préciser le degré de sécheresse de la région. Il est calculé par la formule suivante :

$$IA = P / T + 10 \dots\dots\dots (I)$$

Avec:

**IA:** Indice climatique de Martonne.      **P:** Précipitation moyenne annuelle (mm).

**T:** Température moyenne annuelle (°C).

**Donc :**

Paramètres	P moy (mm)	T moy (°C)	indice de Martonne
Khemis miliana	398.14	19.19	13.64

**Tableau 03:** Les limites de climat d’après l’indice de Martonne

Valeurs d IA	Type de climat
$IA \leq 5$	Désertique
$5 < IA \leq 10$	Très sec
$10 < IA \leq 20$	Sec
$20 < IA \leq 30$	Relativement humide
$IA > 30$	Humide

Après les calculs et la classification de l’indice d’aridité ci-dessus, les caractéristiques de la région (Haut Chélif) est soumise à un régime de climat relativement Sec dans la station de Khemis ANRH

**II.2.2.3. Climagramme d'Emberger**

La technique est fondée sur un diagramme dressé par EMBERGER en 1955 a proposé une formule combinant :

$$Q_E = (100 * P) / ((M + m) * (M - m) / 2) \dots \dots \dots (2)$$

Ce climagramme permet, grâce au quotient pluviométrique d'Emberger (Q2) spécifique au climat méditerranéen, de situer une zone d'étude dans un étage bioclimatique.

Nous avons utilisé la formule d'Emberger modifiée par Stewart (1969) adapté pour l'Algérie, qui se présente comme suit:

$$Q_2 = 3.43 P / (M - m) \dots \dots \dots (3)$$

Q2: Quotient pluviométrique d'Emberger.

P : moyenne annuelle des précipitations (mm).

M : moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en °K.

m : moyenne des températures minimales du mois le plus froid en °K.

Les valeurs d'estimations du quotient pluviométrique ( $Q_2=49$ ) pour les moyennes annuelles des précipitations de la station L'ANRH de Khemis Miliana sur le climagramme d'Emberger nous a permis de situer notre région dans l'étage bioclimatique semi-aride à hivers tempéré

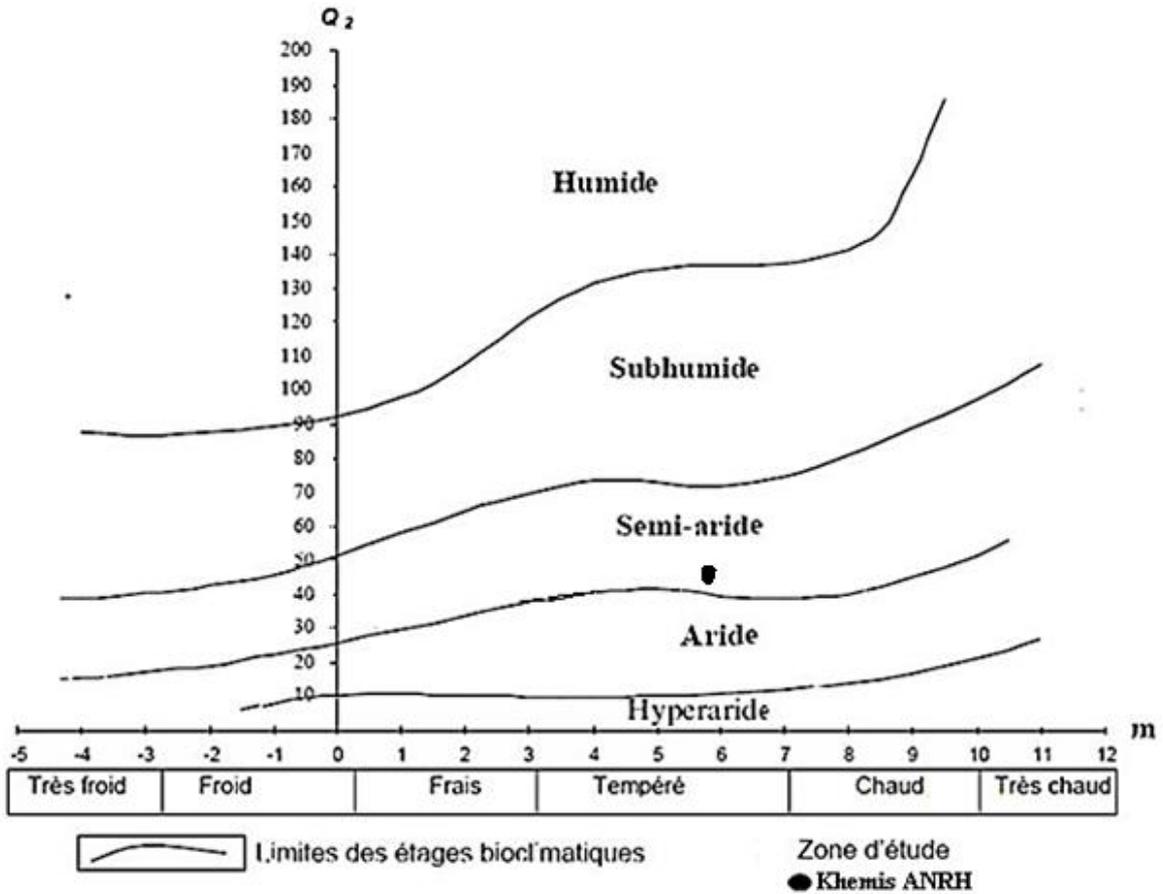


Figure 09: Localisation de la plaine du Haut Chélif sur le climagramme d'Emberger.

II .3. Cadre géologique générale et litho stratigraphie

II .3.1.Cadre géologique

La plaine de Khemis Miliana, d’après (Perrodon, 1957) comme le montre (fig 11) appartient à un bassin sédimentaire récent, Moi-plio-quaternaire

Le Haut Cheliff correspond à une dépression subsidentes constituée essentiellement par des alluvions quaternaires représentant les terrasses de l’ouest Cheliff, entourée au Nord et au Sud par les massifs primaires et jurassiques du Zaccar et de Doui oriental.

Il s’agit d’un synclinorium néogène reposant sur un substratum Crétacé imperméable. Le cœur de ce synclinorium est formé de Miocène supérieur avec quelques niveaux gréseux au sommet passant vers le bas à des formations marneuses (1000 à 1500 m d’épaisseur). Au-dessus, on trouve la pliocène et les alluvions du quaternaire.

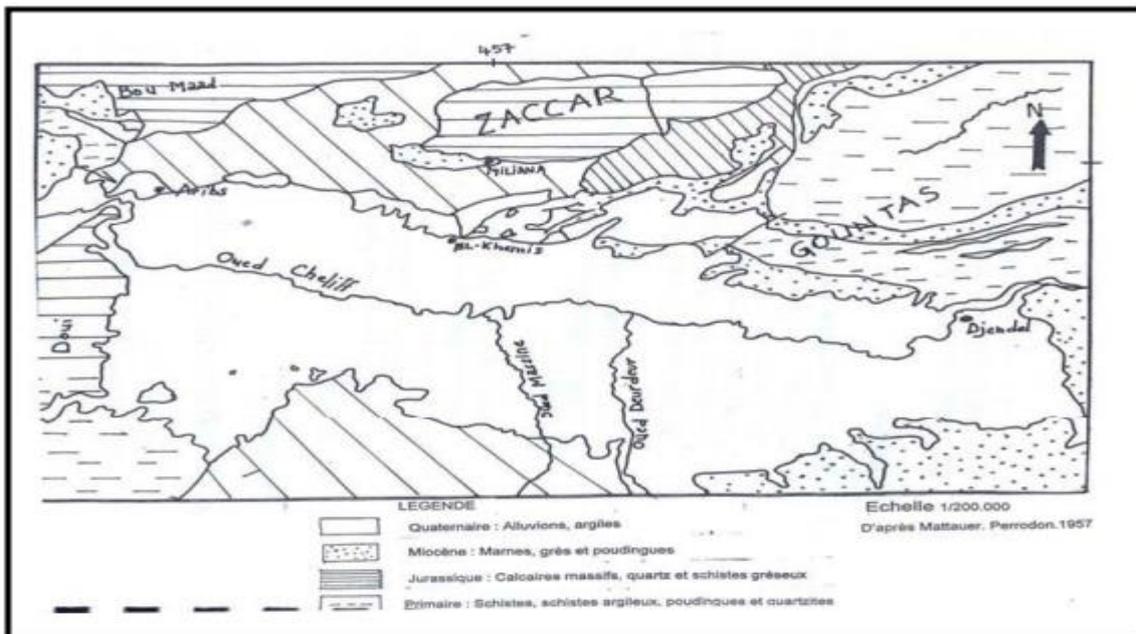
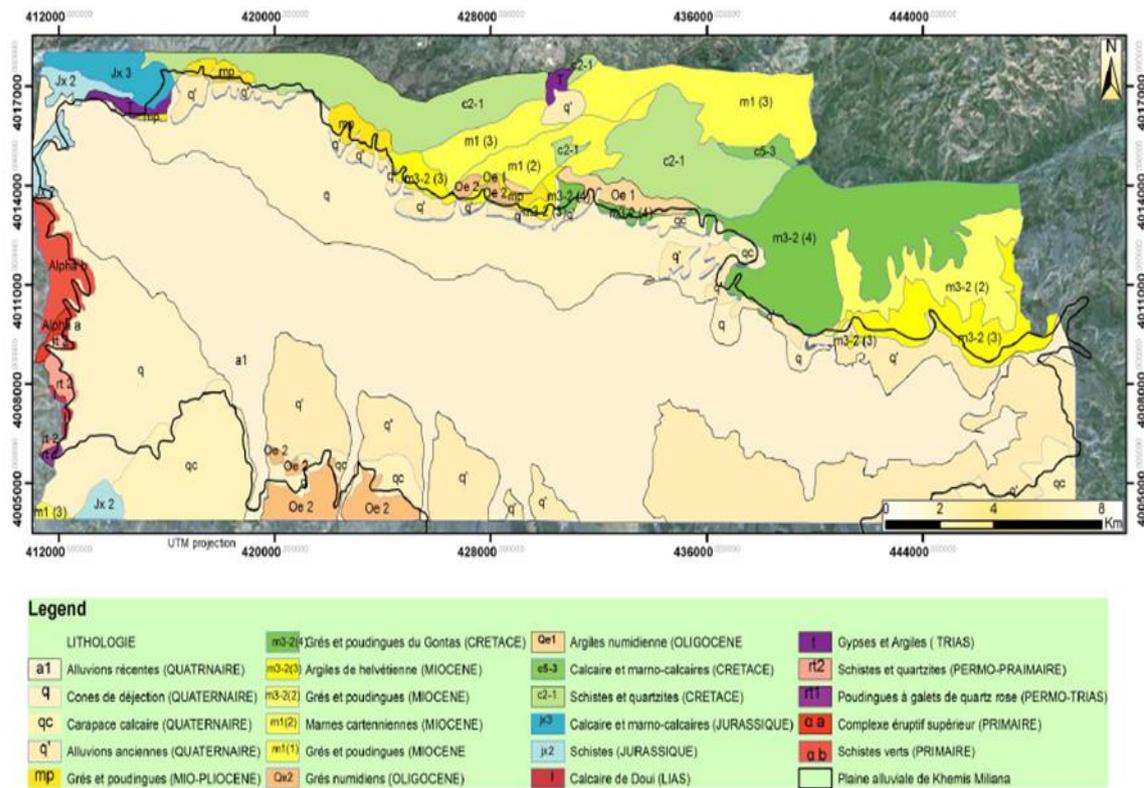


Figure 10 : carte géologique de la plaine d’ELKHEMIS (Perrodon, 1957)

### II.3.2. La lithologie du Haut Chélif

La coupe lithologique transversale effectuée dans la plaine, fait apparaître la dépression bssidente et l'allure en synclinal des différentes formations constituant le sous-sol ; On distingue de bas au Haut les formations suivantes :

1. Le Crétacé inférieur, imperméable et s'étalant sur toute la largeur de la plaine ; il a servi de fond étanche lors de la réalisation du barrage de Ghrib ;
2. Surmonté par un Miocène argileux, à son tour imperméable, mais n'affleurant pas ou très peu en surface ;
3. Les dépôts alluvionnaires de l'Oued Cheliff ; en premier lieu, étant en contact avec la formation argileuse du Miocène, forment une couche d'alluvions argileuse, d'une épaisseur moyenne de 32 mètres ;
4. Les dépôts alluvionnaires grossier du Cheliff proprement dit, formant le plus important aquifère de la région ; leurs épaisseurs peuvent dépasser les 70 mètres ;
5. Aux bordures de l'Oued Cheliff, le contact argile du Miocène et dépôts alluvionnaire, forment des lentilles d'alluvions argileuses ;
6. Finalement, un recouvrement limoneux, surmonte le tout ; observé essentiellement au centre de la plaine, il rend l'aquifère captive dans quelques endroits. **(Benmeridj, 2004)**



**Figure 11 :** Carte géologique schématisée vectorisée de la plaine de Haut Cheliff  
**Source(Sahraoui N., 2012)**

## II .4. La topographie et relief de la plaine

Sur le plan géographique, la topographie et relief de la plaine sont très variée par résultante de la combinaison entre deux facteurs (l'altitude et la pente), est présente des pentes fortes de l'amont de région de Djendel vers Khemis Miliana et vers l'aval de Aribe, ce qui favorise des écoulements et ruissellement des eaux superficielle et souterraines avec de vitesse moyenne.

## II .5. La morphologie

La plaine alluviale de Haut Chélif appartient au bassin versant du Haut Chélif, d'une superficie de 21035 km<sup>2</sup> et une altitude moyenne de 551m, ses paramètre de forme (indice de compacité de graveleuse K=1.406, dimensions du rectangle équivalent : L=88.36km et l=22.18 Km) montrent sa forme allongée, et par conséquent la concentration des eaux à l'exutoire est relativement lente.

**II .6. Pédologie**

Les sols du haut Chélif ont été cartographié par **Boulaine 1957**, ils comprennent deux grande divisions des sols ;

**1. Les sol des bordures des plaines :** ces sols formés par des associations de sol plus ou moins érodés et par l'altération des roche mère, qui peuvent évoluer par les calcaires du Miocène et du Pliocène sur les bordent de la plaine au nord, et des grés ou des marnes entre Khemis Miliana et Miliana sous forme des sols jeunes, et parfois formé sur roche mère siliceuse variées du massif du Doui et sur roche mère schisteuse dans le nord de la plaine, est la partie de massif du Doui sont des sols colluviaux peu ou pas évolués des cônes de déjection.

Ces sols sont caractérisés par une bonne structure, texture équilibrée, bonne perméabilité et par des teneurs moyenne en calcaire total.

**2. Les sols centraux de la plaine :** ils comprennent six classes à savoir

**2.1. Sols alluviaux non évolués :** les caractéristiques physico-chimique ces sols sont très variées, sols alluviaux non évolue des dépôts sableux du lit majeur des oueds par texture sableux fine et limoneux plus ou moins sableux, profond et très perméable, sols alluviaux non évolue des dépôts sableux du bourrelet des oueds par texture sable fin et limoneux plus ou moins sableux, peu épais et moins perméable.

**2.2. Sols calciques :** les sols calciques, plus ou moins différenciés et présentent parfois des accumulations calcaires, et les caractéristiques physicochimiques du ces sols sont, texture limons et moins perméable.

**2.3. Sols alluviaux évolue :** sont des sols alluviaux tristifiés au solonchique, au bien des sols présentant un début de décalcification et une accumulation du calcaire et sulfates, est caractérisé par texture limons et limons argileux, riche, profond, perméable, ces sols existent surtout dans les terrasses récentes des oueds.

**2.4. Sols colluviaux et sols alluviaux des affluents mineurs :** sont des sols très varié selon des massifs existants, ces sols caractérisés par des sols jeunes, légère moyenne limon sableux et limons parfois plus argileuse, en voie l'évolution par lessivage pour les argiles.

**2.5. Sols très évolue :** sont des sols dont l'évolution plus ou moins élevée par l'influence partiellement décalcifiés et insaturés avec accumulation progressive du calcaire, est

caractérisé par texture limons et limons argileux, et l'accumulation de calcaire en profondeur sous forme nodules.

**2.6. Sols hydromorphes :** sont des sols engorgés par des eaux en réseau d'écoulement d'eaux superficielles au bien des eaux a couvert temporaire et a nappe phréatique non salés et parfois par des eaux d'inondation temporaire hivernale, est caractérisé par texture humifères argileux à très argileux.

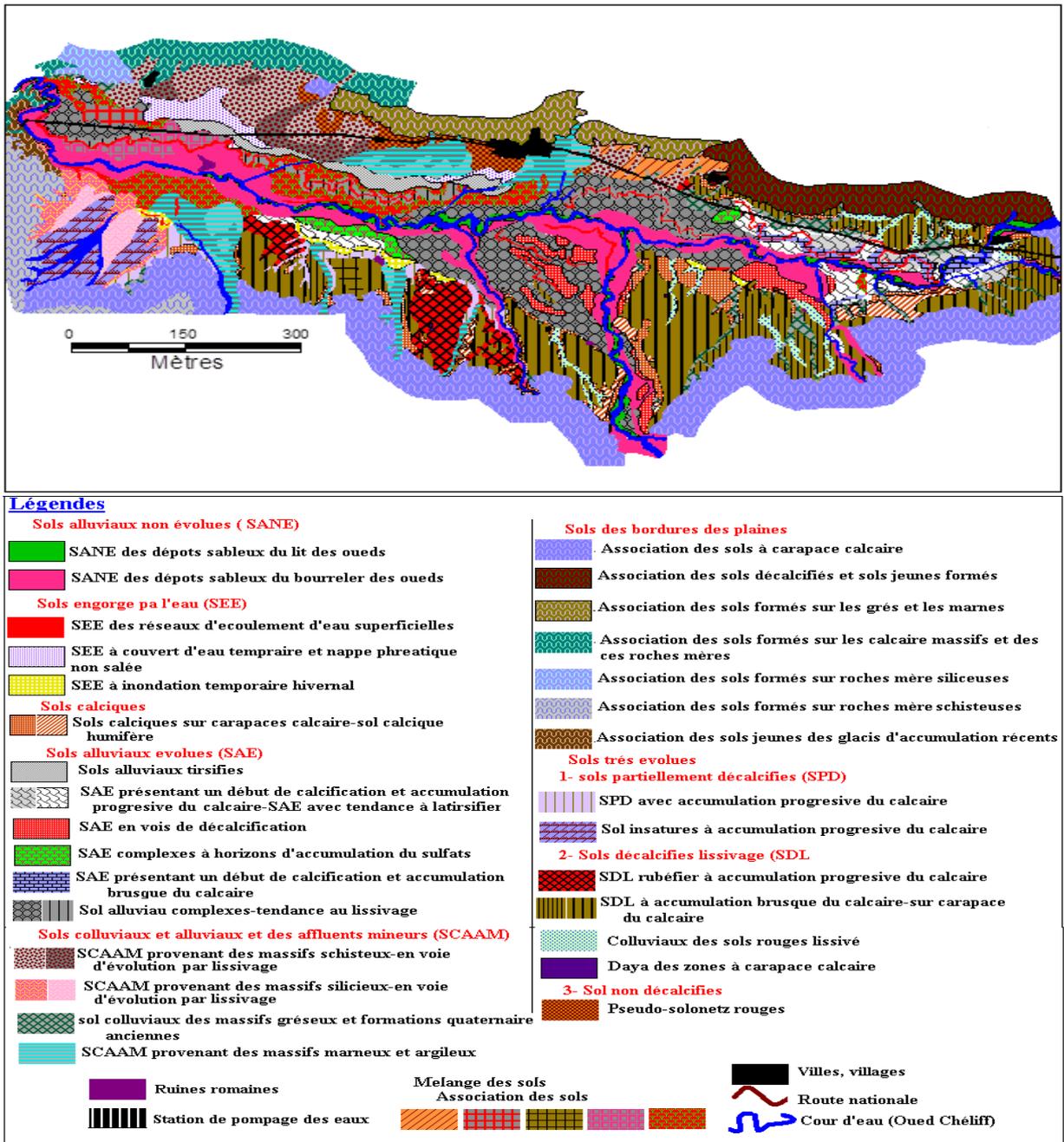


Figure 12 : Carte des sols digitalisés de la plaine du Haut Chélif

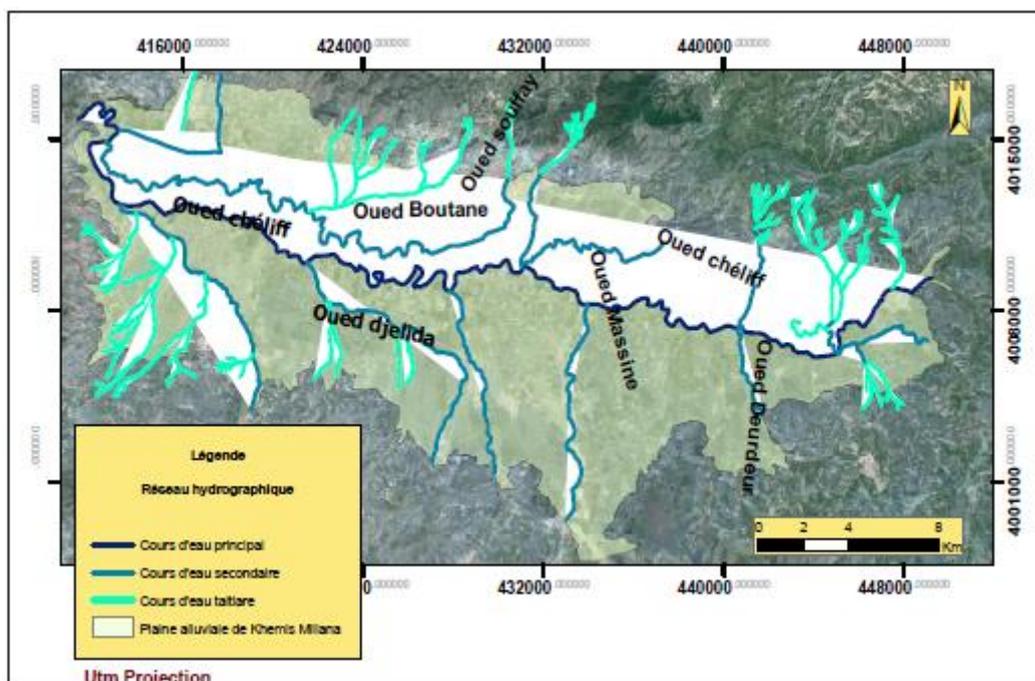
(Source : Boulaine, b ,1956)

### II .7. Ressources en eaux

#### II .7.1. Les ressources en eaux superficielles

Les ressources en eaux superficielles sont constituées principalement des eaux de surface du bassin versant de la plaine du Haut Chélif. Les principaux oueds qui convergent vers la plaine d'El Khemis.

- ✓ **Oued Souffay** qui draine le secteur Nord-Est des monts du Zaccar et reçoit les eaux usées de la ville d'El Khemis.
- ✓ **Oued Boutane** qui collecte des eaux provenant du secteur Nord des amonts du Zaccar ainsi que les eaux usées de l'Ouest de la ville, puis traverse la plaine où il présente, par endroits, des intercommunications avec la nappe alluviale, avant de rejoindre l'oued Cheliff à l'Ouest de la plaine.
- ✓ **Oued Deurdeur** qui prend sa source dans les amonts d'Ouarsenis au sud du secteur d'étude. Il traverse la plaine sur plusieurs Km avant de confluer avec l'oued Cheliff.
- ✓ **Oued Harreza** est également un oued du sud (Ouarsenis). Il est caractérisé par un débit élevé du fait de l'importance de sa surface d'impluvium. Dans sa partie aval, il s'écoule dans la plaine où il présente un inféoflux en relation avec la nappe alluviale et rejoint, plus en aval, l'oued Cheliff. (Nefidsa. K ; 2013).



**Figure 13 :** Carte de réseau hydrographique du Haut Chélif

Source :(Sahraoui N., 2012)

## II.7.2. Les ressources en eaux souterraines

Les eaux souterraines est proviennent principalement de la nappe alluviale de la plaine du Haut Chélif. Cette nappe est exploitée par des forages et des puits avec un volume exploité.

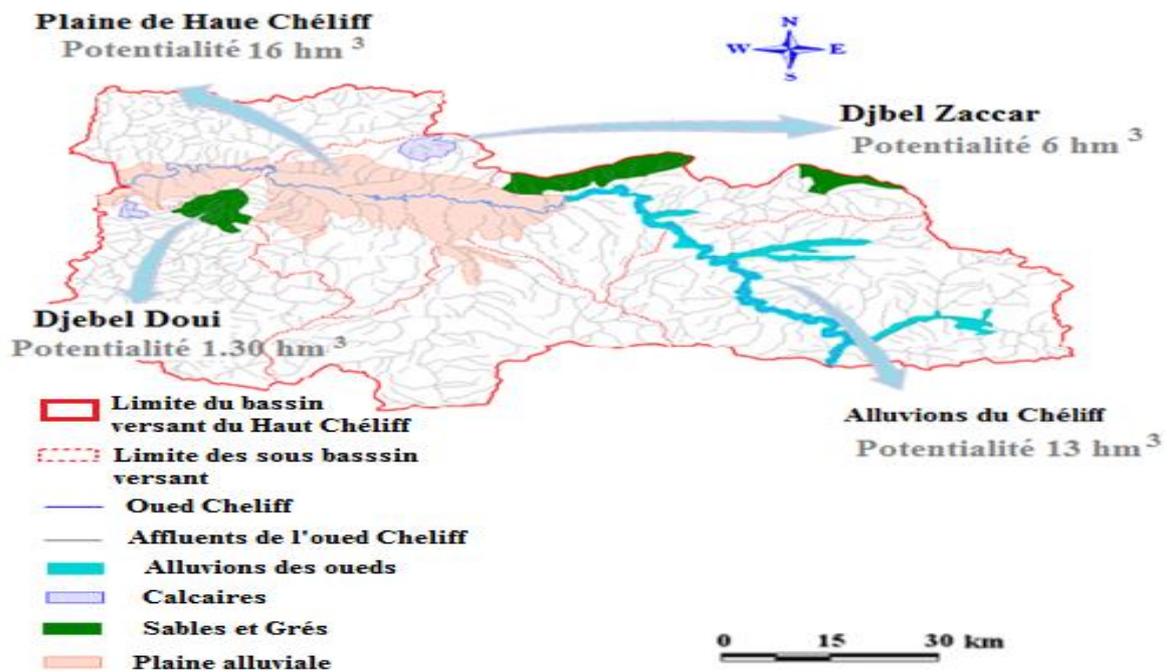


Figure 14: carte des ressources en eau souterraine du Haut Cheliff

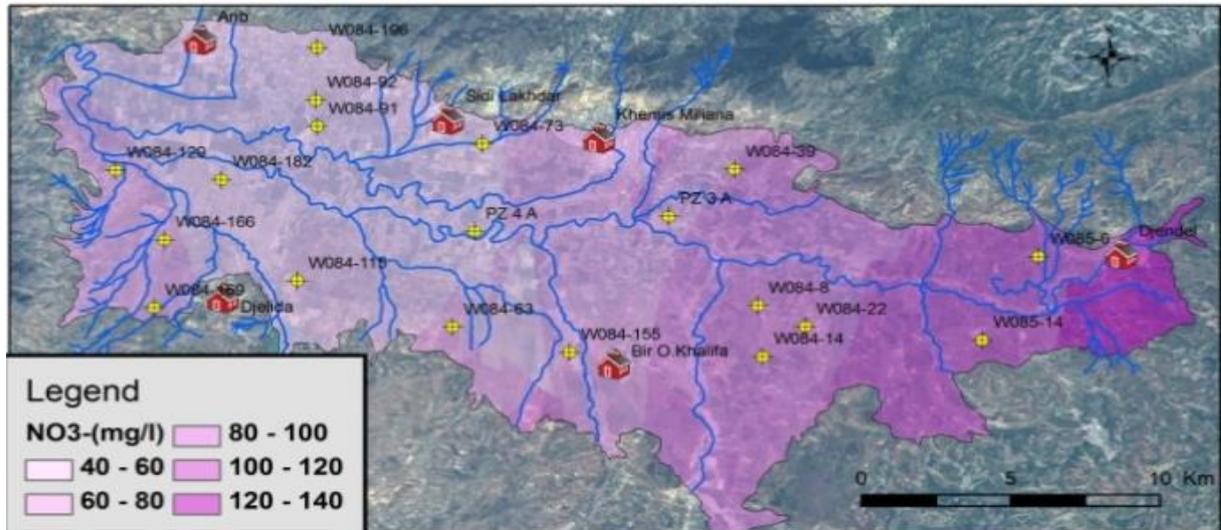
Source : ( Zafane . 2016)

## II .8. La pollution nitratée dans le Haut Chélif

La nappe du Haut Cheliff est quotidiennement confrontée au risque de la pollution par les nitrates provenant des activités industrielles, agricoles, ainsi que des effluents domestiques rejetés souvent sans épuration à causes des facteurs suivants :

- **Couvert végétale** : la plaine est caractérisée par les cultures diversifiées notamment l'arboriculture, les maraichères et les cultures fourragères toutes profitants d'apports considérables d'engrais à base d'azote.
- **Topographie du sol** : cette plaine est caractérisée par une faible pente (15%), favorisent une infiltration et par conséquent un lessivage des nitrates vers la nappes.
- **La climatologie** : la forte évapotranspiration et la rareté de la précipitation ne permettent pas le renouvellement des réserves souterraines et donc la dilution qui pourrait atténuer les teneurs en nitrates.

- **La lithologie :** la plaine de Haut Cheliff est caractérisée par une formation Mioplioquaternaire favorisant la facilité de la pénétration des nitrates vers la nappe dans la zone non saturée par le biais des pores intrinsèques.



**Figure 15:** Variation spatiale des teneurs en Nitrates dans le Haut Cheliff .

Source :(Zafane , 2017)

### II.9. L'occupation de sol

La région du Haut Cheliff en général, est à vocation agricole. La prédominance de l'arboriculture fruitière couvre 47% de la superficie cultivée totale sur la plaine et les terrains à faible pente. Les cultures céréalières et maraichères (principalement pomme de terre), arboricultures fruitières oléiculture, cultures industrielles occupent en plaine, et dans les zones de montagnes, occupent par les cultures en sec (céréales et fourrages) et l'élevage ovin et caprin.

Le pourcentage plus élevé de la superficie forestière de la plaine du Haut Cheliff occupe par des arbres de pin d'Alep, et de chêne vert.

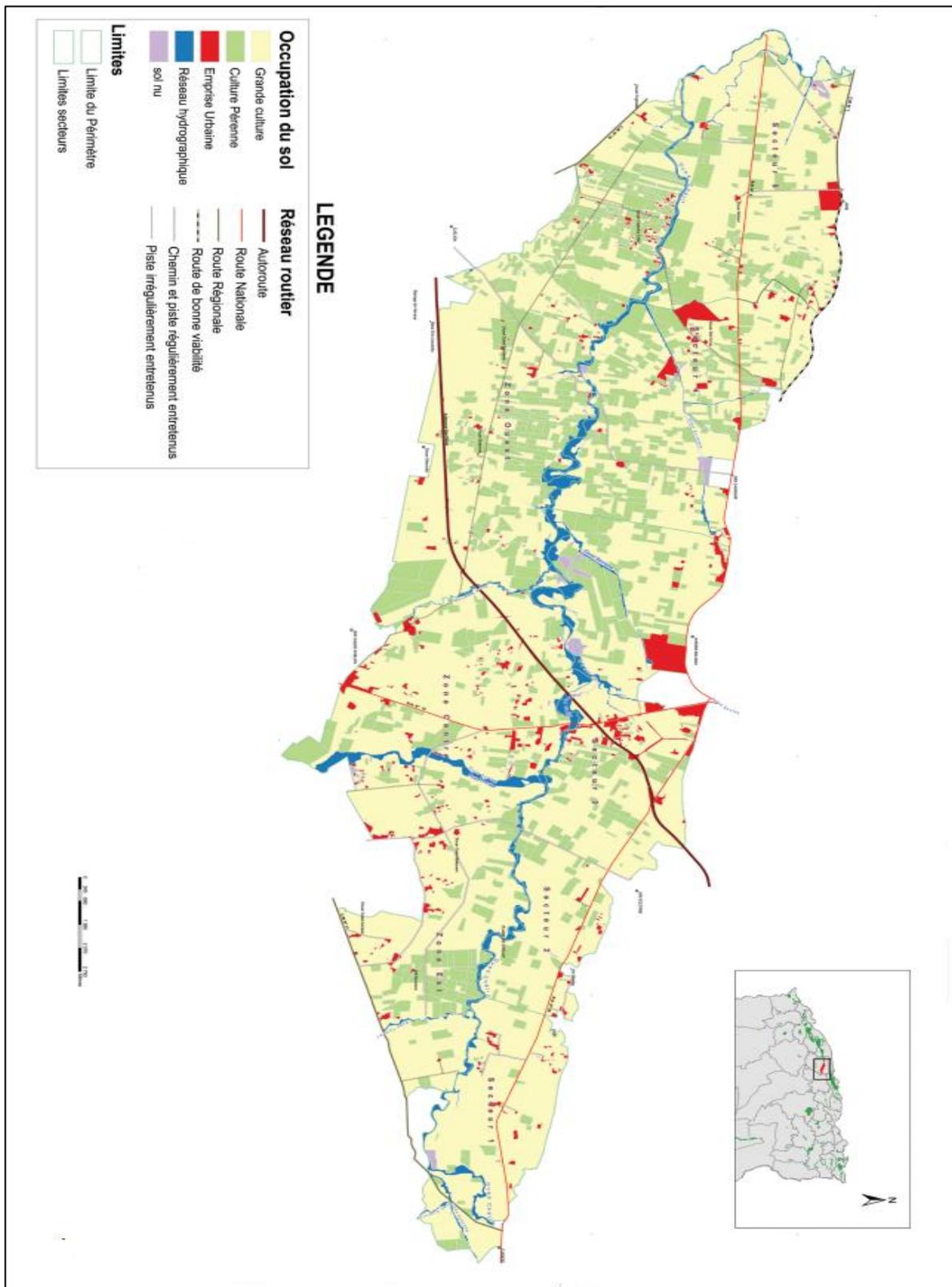


Figure 16: Carte d'occupation des sols de la plaine du Haut Cheliff

Source : (ONID, 2003)

### II.9.1. Urbanisation et démographique

La population totale de la zone d'étude qui se répartit en 33 communes a été estimée pendant la période 1999-200\_, d'après le recensement qui a été établie par la DHW-Aindefla, à 345 756 habitants avec un taux de croissance de 3% par an dont 65% se localisent dans la zone à vocation agricole, semi urbaines et rurales **(DHW. Aindefla, 2003)**

La population dans le bassin versant du Haut-Cheliff à la fin 2011 était a 809 105 habitants avec un taux d'accroissement de 1.3% dont 82.55% sont concentrés en zones agglomérées et 17.45% uniquement en zone rurale.

Cette population est plus condensée dans les agglomérations qui sont localisée au Nord de la plaine. Plus significatives sont respectivement d'Est en Ouest : Djendel, Ain Sultan, Khemis Miliana, Sidi Lakhdar et les Aribis, malgré qu'au sud de la plaine des agglomérations sont minimales et moins denses, les plus marquées sont sans Djelida et Bir Ouled Khalifa **.(Kouadri.N et Benharkate.F 2010)**



Chapitre III  
Matériels et Méthodes

**CHAPITRE III . Matériels et Méthodes**

Le but scientifique de cette recherche est d'évaluer et quantifier l'avancée de l'urbanisation (construction et travaux publics) et d'analyser et de comprendre les changements de l'occupation de sol au dépend des terres agricoles depuis les années 87 à nos jours (étude spatio-temporelle) de l'imperméabilisation des terres agricoles dans la plaine du haut Chéiff avec l'utilisation des images satellitaires.

Autrement dit, on retrace l'évolution de l'occupation du sol pour une période de 30 ans. En raison de cela, il est d'abord nécessaire de présenter des données et des outils qui permettent l'atteinte de cet objectif.

**III.1. Les données utilisées**

Pour atteindre les objectifs de ce travail, on a utilisé 2 types des données :

Les données satellitaires et les données cartographiques.

**III. 1.1. Les images satellitaires :**

Dans une étude de détection des changements, la sélection des images satellitaires est une étape cruciale pour éviter des erreurs physiques.

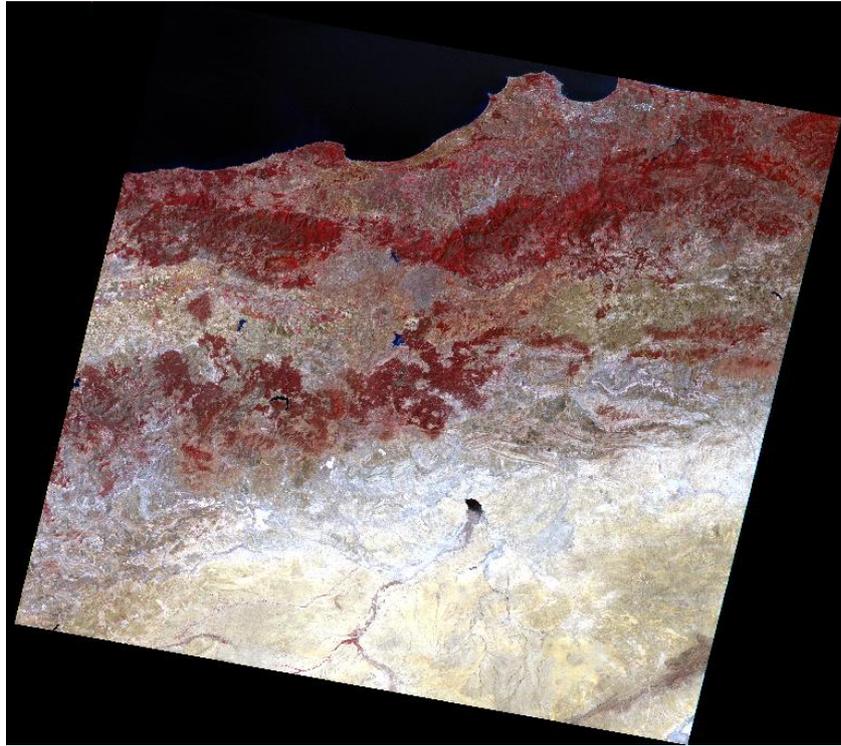
Le premier critère temporel à considérer est le mois d'acquisition des images. Cela est Particulièrement important par rapport à un territoire où l'agriculture est l'activité principale (Haut Cheliff).

(Jensen ,1996) a suggéré d'utiliser des images acquises dans le même période de l'année pour la détection des changements et ce, afin de réduire les problèmes dus aux différences angles d'ensoleillement, aux changements phénologiques de la végétation.

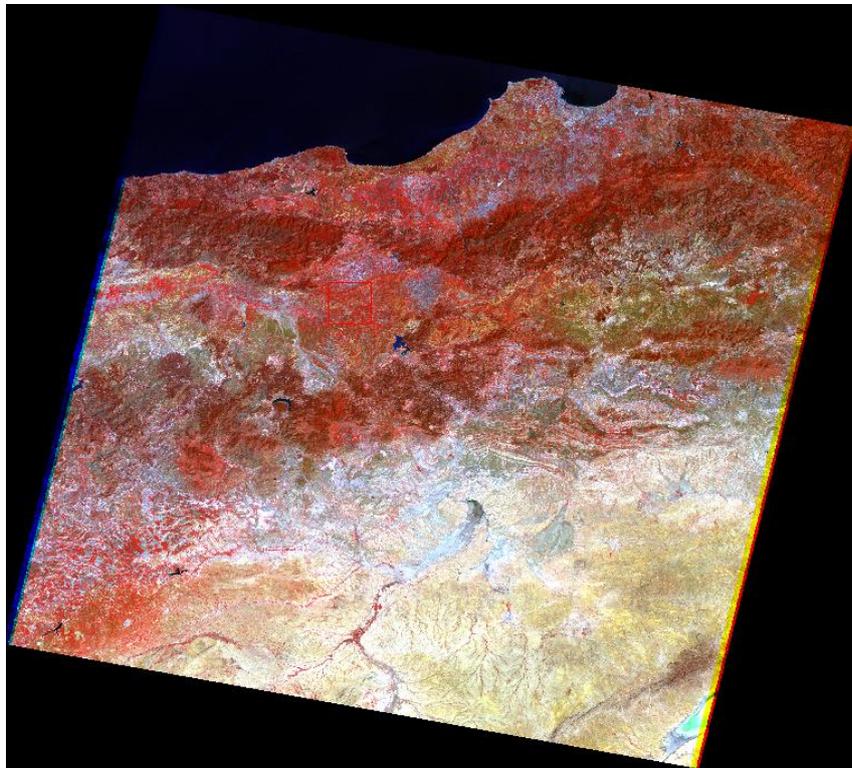
Deuxièmement, la scène que l'on choisit doit être de bonne qualité radiométrique, la couverture nuageuse doit être minimale et bien sûr elle doit couvrir en totalité la superficie de la plaine du Haut Cheliff.

Pour le cas de la plaine du Haut Cheliff, On téléchargé les images du site de l'USGS (United states geological Survey : [www.earthexplorer](http://www.earthexplorer)) parmi les images disponibles (étant peu Nombreuses) des quatre capteurs TM, OLI-8 et MSS, celles de OLI-8, TM et ETM+ de Landsat ont été sélectionnées car ces trois capteurs couvrent les quatre décennies et leur résolution spatiale est identique en mode multi-spectrale. Nous avons choisi les

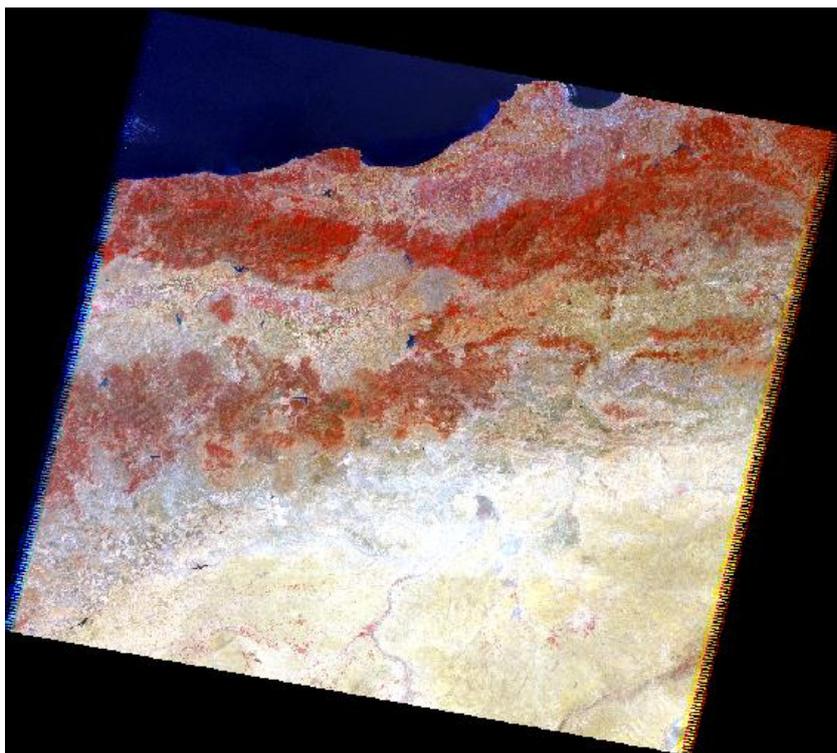
images des années 1987,1997, 2007et 2017 prises en été de projection UTM zone de 31 nord.



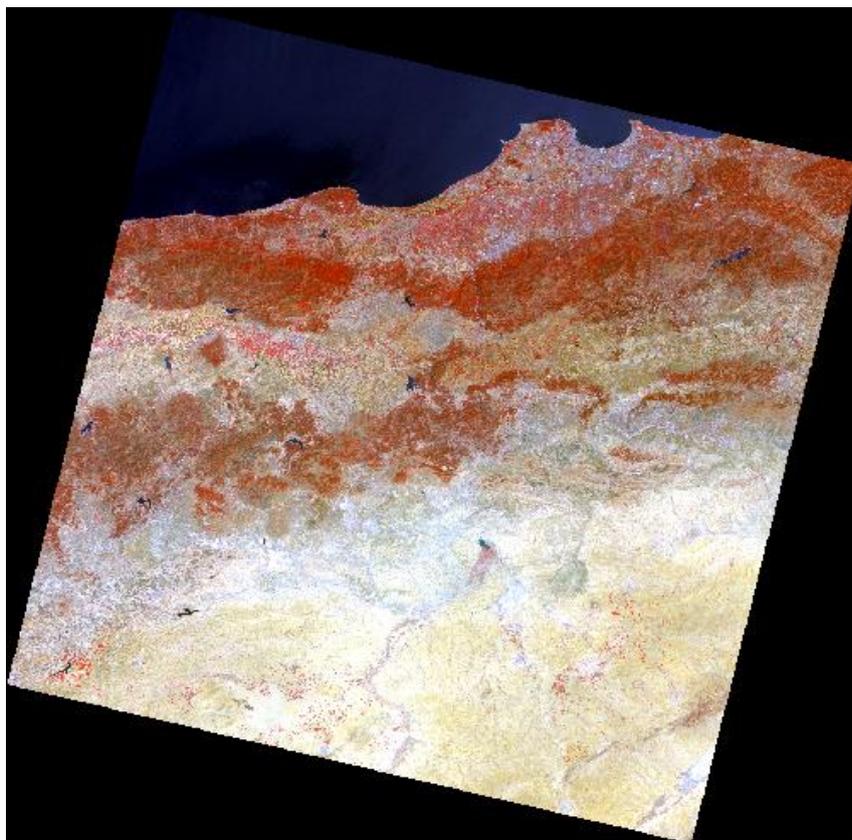
**Figure 17** : Image LANDSAT MSS Aout 1987



**Figure 18** : Image LANDSAT TM5 Aout 1997



**Figure 19:** Image LANDSAT TM5 Aout 2007



**Figure 20:** Image LANDSAT OLI-8 Aout 2017

Pour la visualisation de l'image on a attribué une fausse coloration (R : rouge V : verte B : bleu) aux bandes des images à fin de mieux visualiser les trois types de surface (Sols, végétation et eau), cette coloration repose sur :

Pour l'image MSS :

R      —————> B3 (PIR)  
V      —————> B2 (Rouge)  
B      —————> B1 (Vert)

Pour l'image TM5 :

R      —————> B4 (PIR)  
V      —————> B2 (vert)  
B      —————> B3 (Rouge)

Pour l'image 2017

R      —————> B5 (PIR)  
V      —————> B4 (Rouge)  
B      —————> B3 (Vert)

La NASA, USGS et ITTVIS ont mis en place une extension qui permet de corriger ce problème par la méthode LLTHM (Local Linear Histogram Matching) qui a pour but de remplacer les trous linaires par une autre scène de date antérieure (**Bollorani et al., 2008**).

Cette méthode est déconseillée pour étudier l'évolution de l'occupation de sol et la cartographie des espèces forestières (**Dewitz, 2004**), car les données sont faussées.

**III. 1.2. Les données cartographiques**

Nous avons collectes en plus des images satellitaires des données cartographiques comme référence de base (carte des sols) et des données climatiques

On a utilisé la cartes des sols de la plaine (**Boulaine, 1957 ; Mc Donald et BNEDER, 1990**), les cartes d'occupation des sols (**DSA, 2009**) et la carte de répartition de la pollution nitraté.

**III .1.3.les données climatiques :**

L'acquisition des données climatique s'est basée sur la collecte des moyennes mensuelles et annuelles de la température et précipitation à la dernière décennie 2007 à 2017 auprès les institutions localisées dans la plaine du Haut Cheliff.

**III.2.les logiciels utilisés**

- Google earth pour la localisation des points.
- L'application Maps.me pour connaitre les villes.
- ❖ **ENVI**

ENVI (Environnement For Visualing Images) fournit des outils pour la visualisation, le géoréférencement,les prétraitement, la classification et l'analyses des images satellitaire (**Thomas et al ,2003**).

Autres :

- Visualisation et triatement des données de télédétection.
- Correction géométrique et radiométrique.
- Calibrage et correction atmosphérique.
- Support des formats raster et vecteur.
- ❖ **ARCGIS 10.2**

ARCGIS reste incontestablement, le logiciel référence en matière de cartographie. En effet, celui-ci permet de travailler aisément, d'effectuer diverses opérations, l'accès à des données externes de divers formats. Il propose une large panoplie de fonctionnalités permettant à l'utilisateur de visualiser, d'éditer et même de comparer des données de cartographie.

**❖ Excel :**

Le saisie, le filtrage et la codification des données de superficier ont été fait par le Microsoft Excel.

**III .3.prétraitement des images satellitaire :**

L'image « brute » en sortie du capteur ne peut être directement utilisée car elle est entachée d'erreur liée à la sensibilité des capteurs, L'acquisition des 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 (Yahiaoui, 2011).

**III .3.1. La correction atmosphérique :**

L'énergie reçue par un capteur est altérée par l'atmosphère lors de son double trajet, incident (soleil-cible) et réfléchi (cible-capteur). On distingue principalement deux effets atmosphériques sont ; absorption atmosphérique et diffusion atmosphérique. (Soudani, 2005).

Selon Soudani (2006), le principe de cette correction est de convertir les valeurs numériques ( au niveau de gris) de la scène en valeur de luminance et par la suite extraire les effets perturbateurs atmposphérique qui donnent une mesure physique de la réflectance au niveau de la surface visée.

Plusieurs méthodes sont utilisées dans la correction atmosphérique.la méthodes DOS (Dark Object Substaction) est la meilleur expression des deux variable (luminance et réflectance) et aussi la plus précisé par rapport aux autres méthodes de correction atmosphérique. (Song et al, 2001)

**III .4. Dégitalisation des zones urbaines :**

Dans cette étape on a déterminé la superficie des zones urbaines dans la plaine de Haut Cheliff pour les quatre images à partir logiciel ArcGis 10.2.2 afin d'évaluer et de suivre la variation spatiale au cours de la période (1987, 1997, 2007 et 2017).

**III .4.1. Extraction des superficies**

Dans cette méthode, on a calculé la superficie de milieu urbains et les routes dont l'objectif est d'évaluer l'évolution spatiale de l'urbanisation ; le calcul des superficies des centres urbains dans la plaine et étudier leur évolution spatiale au cours de la période (1987, 1997, 2007 et 2017)

**III .4.2. Détection de changement**

La détection des changements entre les images repose sur les différents états de surfaces déterminées (image classé), l'application de l'outil « change detection » sur logiciel ArcGIS 10.2 a été utilisée pour ce sens.

on va évaluer le changement des superficies chaque 10ans,20ans ,et 30ans

**III.5. Classification des images satellitaires**

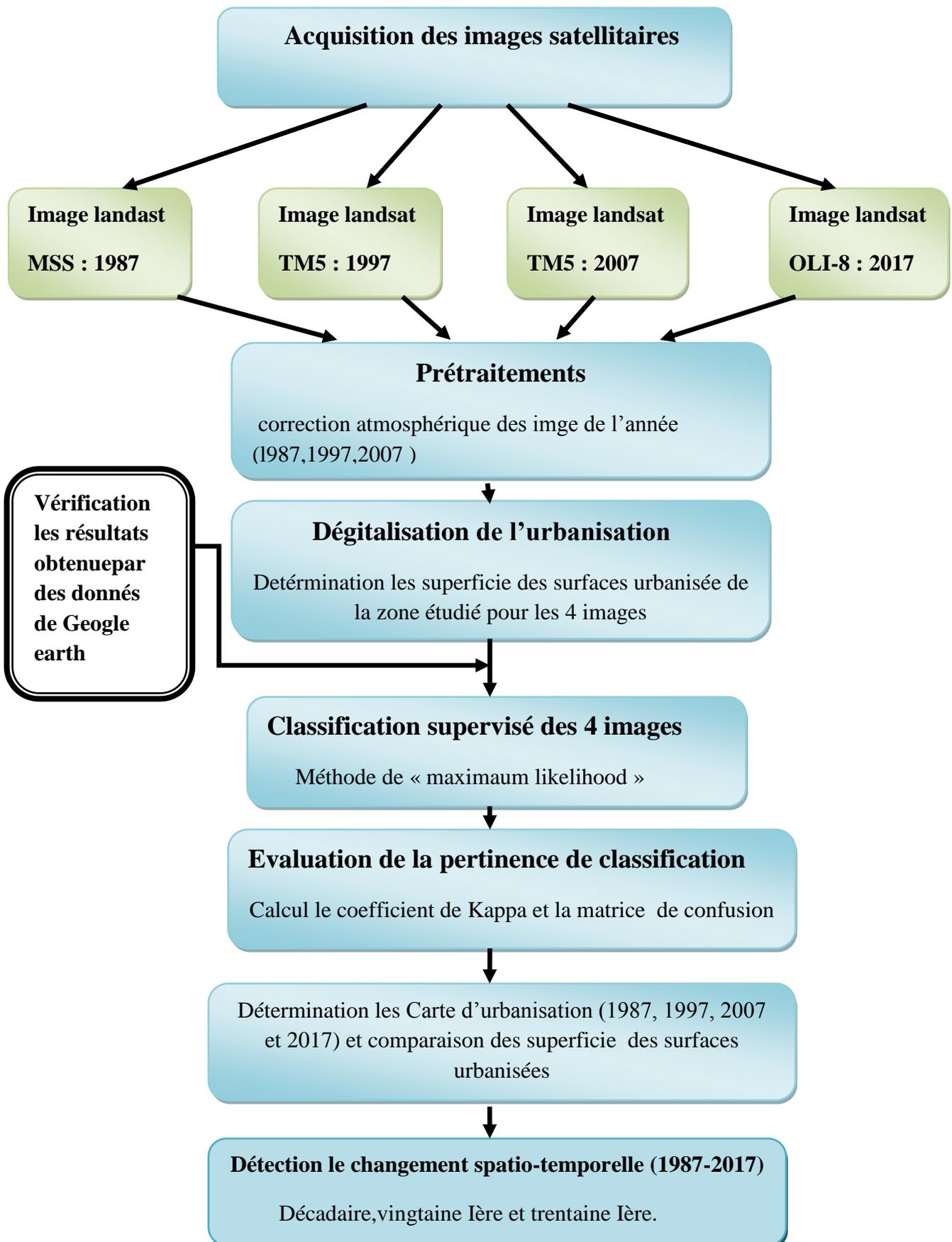
Pour la classification de l'image satellitaire, on a utilisé le type suivant :

**III .5.1. La classification supervisée :**

En se basant sur nos connaissances préalables de terrain de la zone d'étude, nous avons adopté une classification supervisée pour les quatre images.

Après la détermination des aires d'entraînement (Region Of Interest) les plus représentatives, on a utilisé l'algorithme de "Maximum likelihood". L'évaluation de la pertinence de cette classification, se fait directement avec le logiciel ENVI 4.7 par la matrice de confusion, à partir de laquelle nous avons calculé le coefficient kappa.

Le figure 21 représente les étapes de la démarche d'analyse et de traitement des données de terrain et l'image satellitaire



**Figure 21** : organigramme de la démarche méthodologique



Chapitre IV  
Résultats et Discussions

## **Chapitre IV Résultats et discussions**

---

### **Chapitre IV. Résultats et Discussion**

#### **IV.1. Objectif**

L'objectif scientifique repose sur un suivi spatio-temporel de l'évolution de l'urbanisation et la détection des changements de l'occupation du sol dans la plaine de Haut Cheliff ; en utilisant une série chronologique d'images satellitaires de type LANDSAT (MESS, TM5 et OLI-8) correspondantes aux années 1987,1997, 2007 et 2017. Il s'agit donc d'évaluer et d'estimer l'impact de l'extension urbaine sur la perte des ressources naturelles et agricoles de la plaine à différentes époques à l'aide de l'interprétation d'images captées par des satellites d'observation de la Terre.

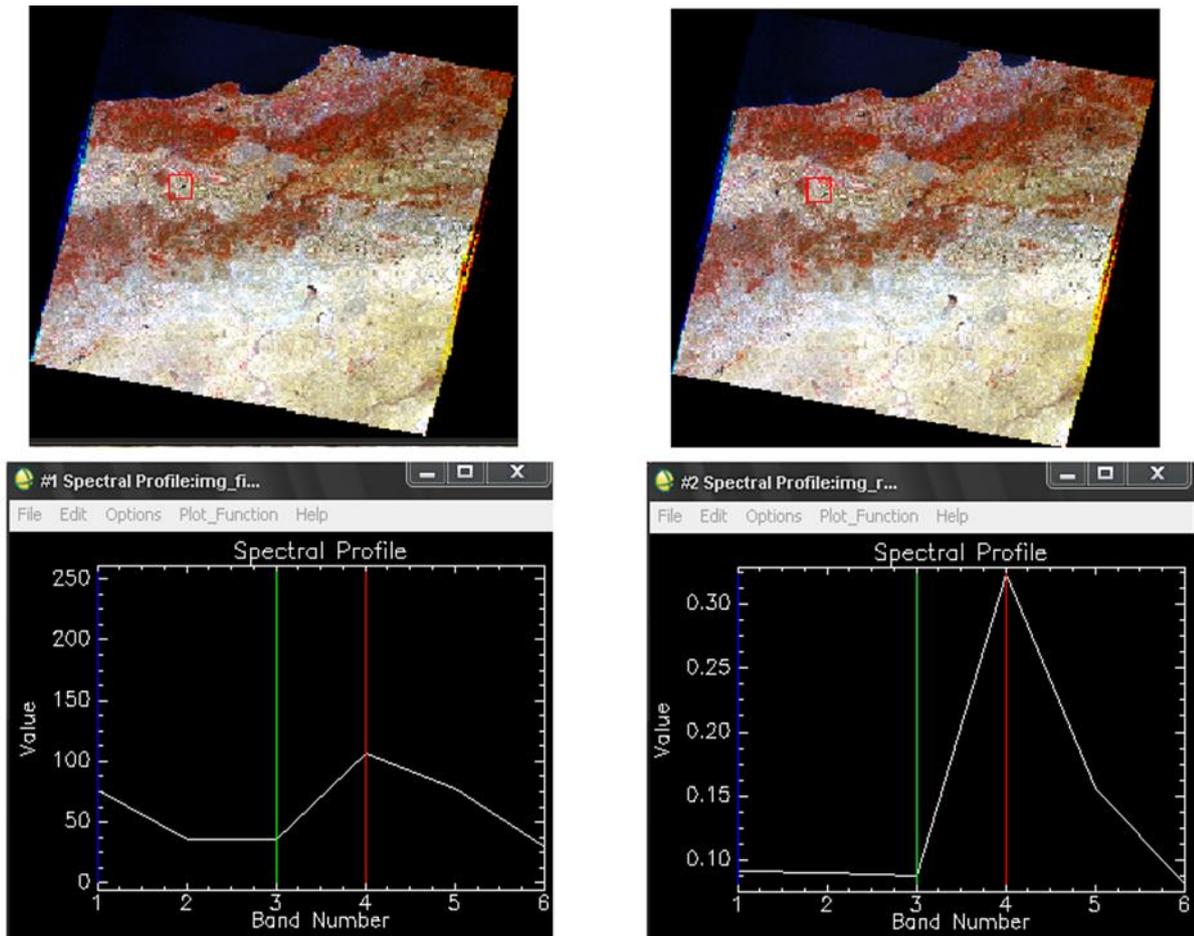
#### **IV.2. Analyses visuelles des images satellitaires**

L'interprétation visuelles des quatre images de la plaine a conduit de discriminer des différentes objets de surfaces entre sols, végétation et cours d'eau plus particulièrement des zones urbaines constituées des villes, villages, routes et autoroutes et autres infrastructures mais en tenant compte de la nature pédologique de la région et le caractère topographique, cette discrimination s'est basée sur la réponse spectrale de chaque unité de surface (sol, végétation et eau) et terme de réflectance.

#### **IV.3. Traitement et analyses des images satellitaires**

##### **IV.3.1. Prétraitements et correction des images**

L'élimination des perturbation dues à l'atmosphère et aux captures sur les images satellitaires LANDSAT de la même période estivale (mois d'Aout) des quatre années 1987, 1997, 2007 et 2017 a pour objet de mieux discriminer le paysage dans la région et pour nous permettre de les caractériser morphologiquement de point de vue spatiale., la correction atmosphérique d'une image satellitaire consiste à convertir les comptes numériques de l'image (niveau de gris) en liminance au niveau du capteur satellitaire et ensuite d'extraire de cette nouvelle variable les effets perturbateurs atmosphérique afin d'aboutir finalement à une mesure physique de la réflectance au niveau de la surface visée. (**Yahiaoui,2016**).



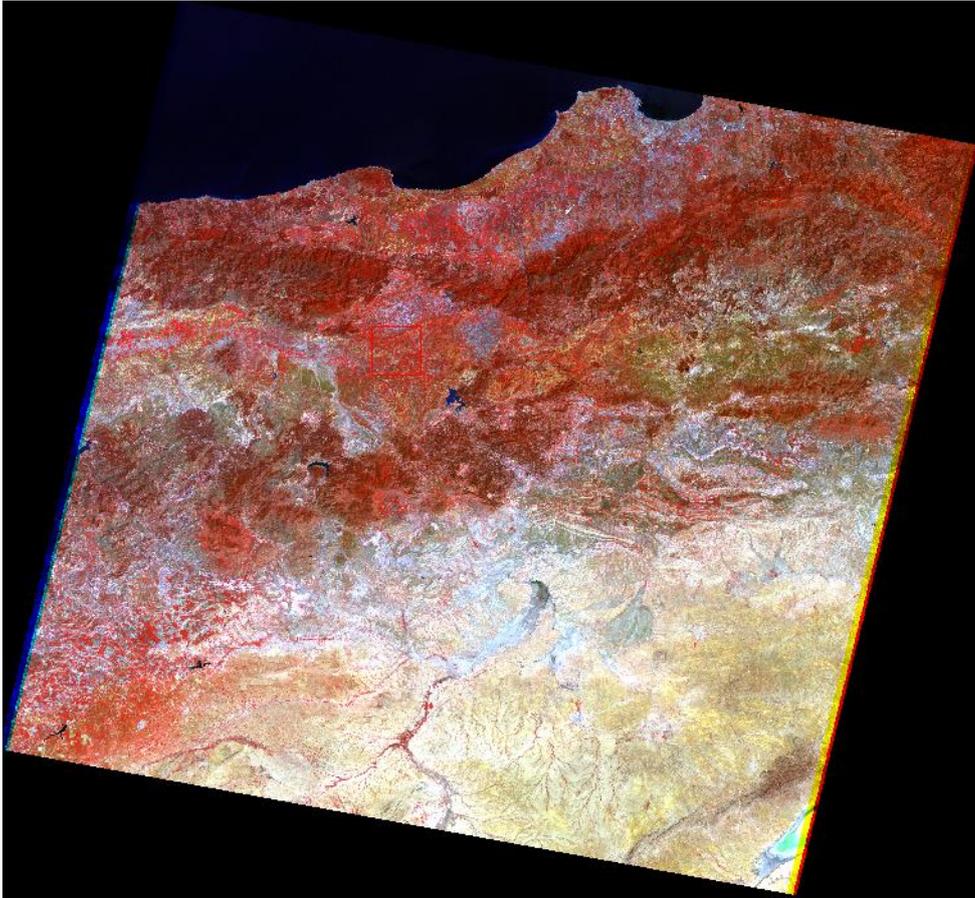
**Figure 22:** Résultat de la correction atmosphérique l'année 1997.

### IV.3.2. Assemblages de canaux

L'interprétation visuelle est donnée à la base d'une composition colorée (RVB) par assemblages de trois canaux (deux dans le visible et un dans le proche infrarouge) :

- Le bleu à la bande (B1) dans le vert (le visible) ;
- Le vert à la bande (B3) dans le rouge (le visible) ;
- Le rouge à la bande (B4) dans le proche infrarouge.

Cette composition colorée permet de distinguer chaque objet indépendamment selon sa réponse spectrale dans le RVB (grande réflectance de la végétation dans le proche infrarouge).



**Figure 23** : L'image LANDSAT corrigé en composition colorée (août 1997)

La composition colorée nous a permis, non seulement a une bonne discrimination des différentes formations du paysage. On peut distinguer sur l'image :

- Les sols nus apparaissent en vert et en cyan plus ou moins sombre s'étendant sur la presque totalité de la plaine dans saison été et plus faible dans la saison printemps.
- les eaux des barrages apparaissent en bleu.
- Les sols nus cultures à céréales de la plaine apparaissent en couleur plus ou moins rouge claire.
- les zones représenté la couvert végétation, apparaissent en couleur plus ou moins rouge foncé.

#### **IV.4. Traitement de l'image satellitaire**

L'interprétation visuelle de l'image ainsi le support Google-Earth ont conduit à discriminer les différents objets de surface entre sols, végétation et cours d'eau mais en tenant compte de la nature pédologique de la région et le caractère topographique, cette discrimination reste insuffisante pour une bonne expression de la diversité morpho-pédopaysagique de la plaine.

## Chapitre IV Résultats et discussions

---

### IV.4.1. Classification des images :

Classification supervisée par maximum de vraisemblance ou maximum likelihood est la méthode de classification retenue, elle a été réalisée sur logiciel de traitement des données satellitaire « ENVI 5.0 »

Cette classification se basé sur des méthodes probabilistes. Elle consiste, selon **Omari, 2005**, en une affectation des pixels aux classes préalablement définies et qui semblent les plus proches selon une distance calculée, basée sur probabilité qu'à un pixel d'apparteneur à une classe donnée. Une restitution cartographique est donnée par l'algorithme de maximum vraisemblance (**Kermad, 1989**).

**Omari(2005)** note que l'algorithme de maximum de vraisemblance prend en considération la covariance des classes spectrales lors de l'affectation des pixels.

### IV.4.2. Détermination des classes

Le croisement entre la carte thématique en particulier, la carte d'occupation de sol d'une part et les informations acquise lors de prospections du terrain d'autre part, en plus de résultats issus de l'interprétation visuelle de l'image satellitaire, on peut retenu 9 classes à savoir :

- **Urbanisation(URB)** elle représente les zones de l'habitation
- **Eau libre (EL)** elle représente les eaux superficielles de la plaine
- **Sol nu (SN)** représente tous les surfaces de terre sans aucune trace de végétation caractérisé par la dépourvu de la couverte végétale.
- **Sol cultivé (SC)** se sont des sols qui représenté tous les surfaces de terre cultivé
- **Jachère :** est l'état d'une terre qui pourrait produire mais qu'on laisse temporairement à l'abandon.
- **Végétation agricole très dense (VATD)** représente le taux de recouvrement de sol par la végétation agricole très ou moyennement dense.
- **Végétation agricole moyennement dense (VAMD)** représente le taux de recouvrement de sol par la végétation agricole très dense
- **Végétation naturelle très dense(VNTD)** ce sont des zones caractérisés par couvert végétal naturel très dense sur les bordures et les montagnes de la plaine, de couleur rouge très foncé plus au moins noir sur l'image.

## Chapitre IV Résultats et discussions

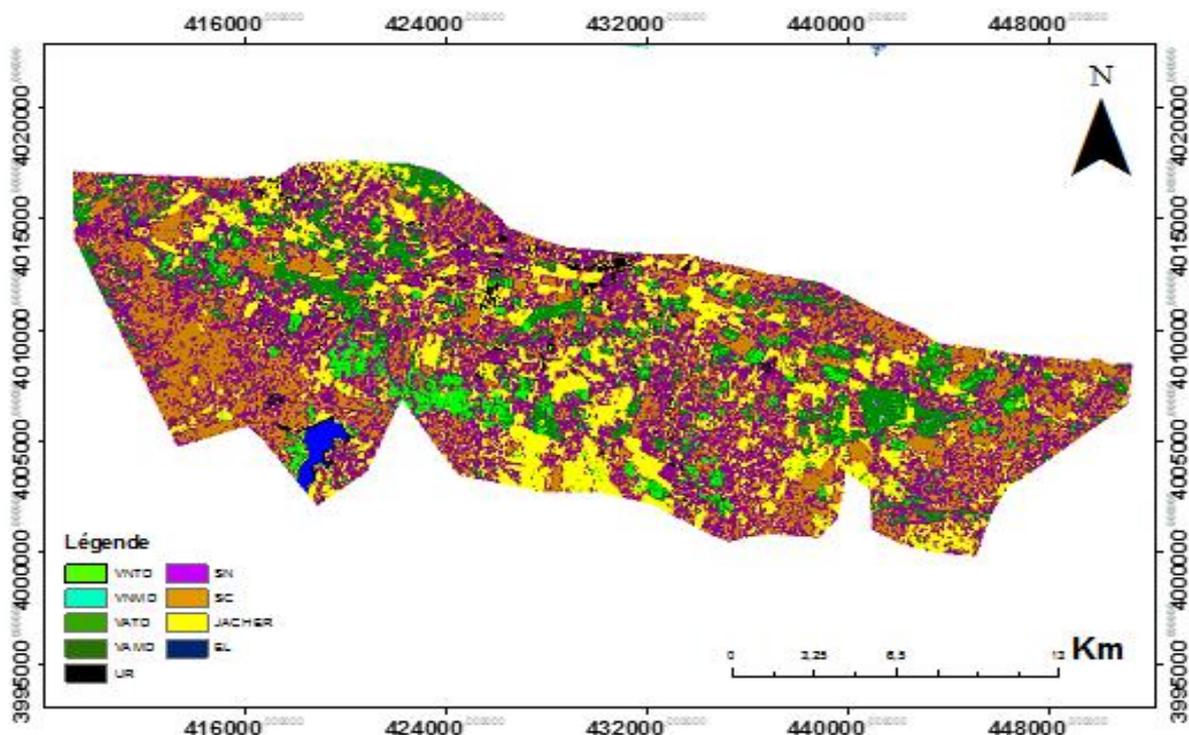
- **Végétation naturelle moyennement dense(VNMD)** représente la végétation naturel avec un recouvrement dense le long de la région.

Cette répartition reste mal connue par le biais de sa diversité pédologique et topographiques ce qui fait appel à l'intervention de la morphologie du terrain et la répartition pédologiques des sols de la région établie par (Boulaine, 1956) pour une détermination valide et convenable des classes.

### IV.5. Pertinence de la classification supervisée

A travers ce qui a été noté par Girard et Girard (1999), il n'est pas toujours évident d'affecter un pixel à une classe donnée ni d'associer sur le terrain un révélé à une classe précise, d'où la nécessité d'évaluer dans l'ensemble, l'efficacité de la classification. Pour définir la qualité de cette dernière, nous avons examiné successivement :

### IV.6. Image satellitaire LANDSAT 1987



**Figure 24 :** Classification supervisée de l'image LANDSAT MSS Aout 1987.

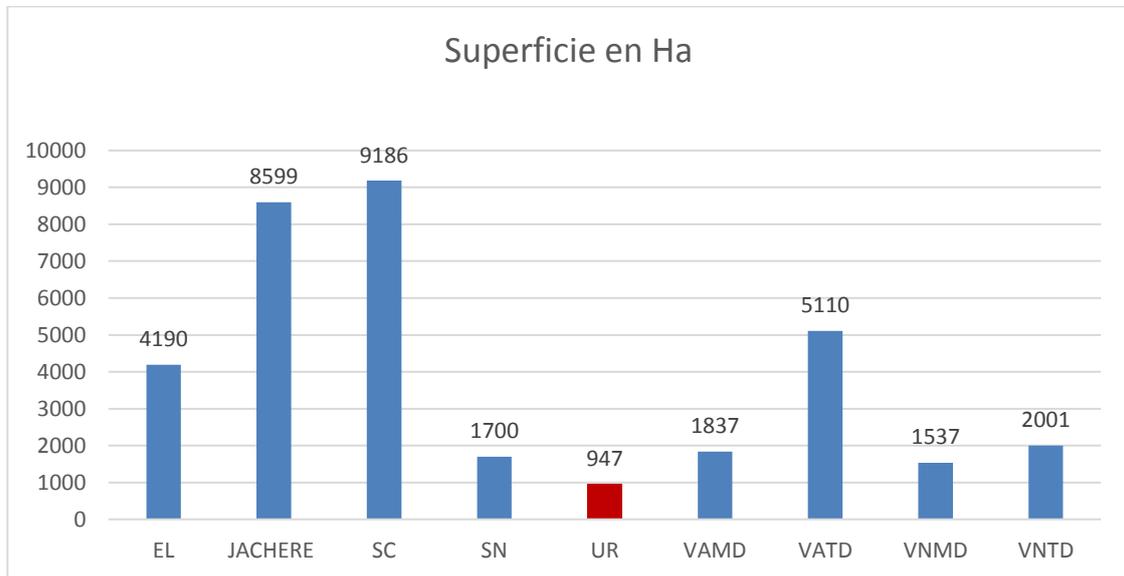
Le coefficient Kappa totale de la classification supervisée de l'image LANDSAT MSS Aout1987 environ de 95% (95% de précisions avec 5%). Ce qui représente une valeur nettement plus élevée que la valeur critique acceptable de 95% (Girard et al, 1999) (Annexe 09).

## Chapitre IV Résultats et discussions

---

### IV.6.1. Superficie des classes

La figure ci-dessous montre le calcul des superficies des classes de paysage pour l'image 1987.

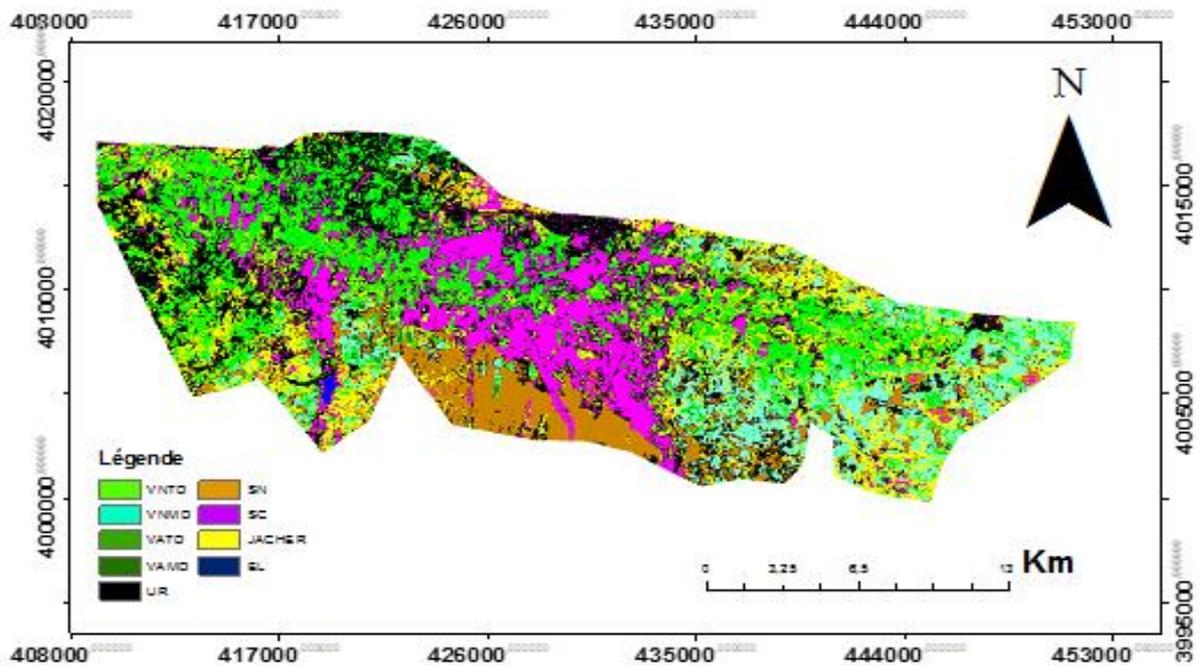


**Figure 25 :** La superficie en hectare des classes de l'image 1987

La répartition des unités de l'utilisation des sols durant cette année montre une dominance spatiales des sols cultiver au profit des classes de la végétation ou les jachère occupent plus de 80% de la superficie totale de la zone d'étude En parallèle, la population est installée sur une superficie de plus de 947 ha (1.66%), la végétation occupe 16 % et l'eau libre occupe (0.93%) de la superficie totale de la plaine.

## Chapitre IV Résultats et discussions

### IV.6.2. Image satellitaire LANDSAT 1997



**Figure 26:** Classification supervisée de l'image LANDSAT TM5 Aout 1997.

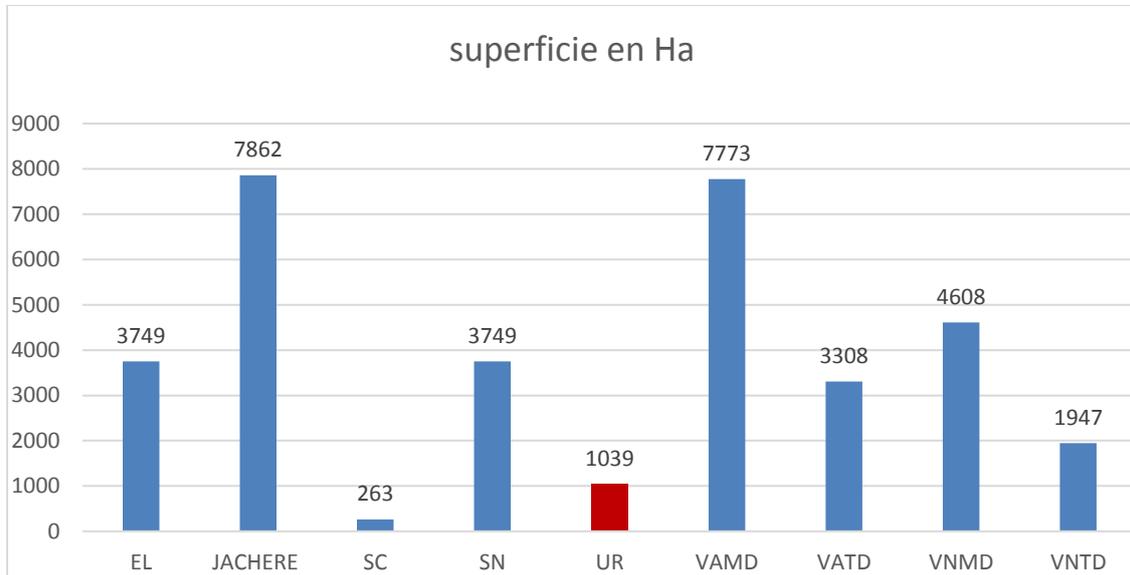
La matrice de confusion est caractérisée par un indicateur de qualité de la classification qui appelle le coefficient de kappa. Dans notre classification se coefficient représente une valeur de 0.95 (95% De précision avec moins de 3% d'erreur) pour l'image 1997 (saison estivale)

(Annexe 10).

## Chapitre IV Résultats et discussions

### IV.6.2.1. Superficies des classes

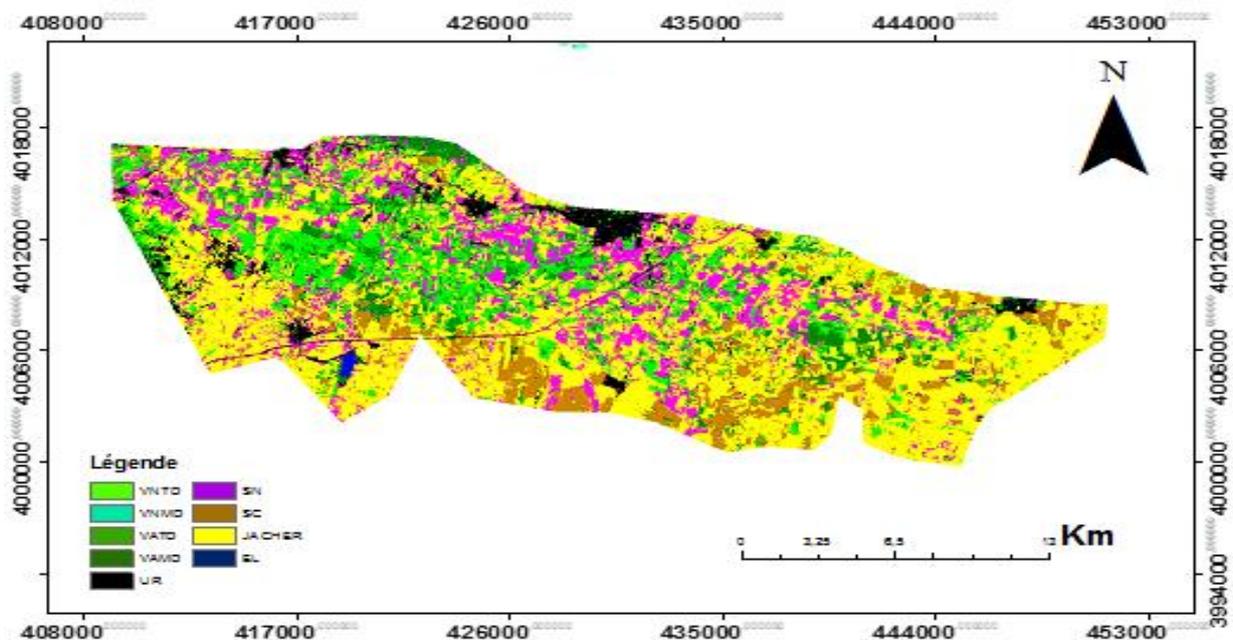
Les superficies des classes retenues de l'utilisation du sol durant l'année 1997 sont exprimées dans la figure n° 27 ;



**Figure 27:** Les superficies en hectare des classes de l'image 1997

la superficie des sols atteint les 4012 ha soit 30% suivie par la végétation qui couvrent plus de 17636 ha soit 68%, l'urbanisation durant cette année est au tour de 1039 ha (2.53%).

### IV.6.3. Image satellitaire LANDSAT 2007



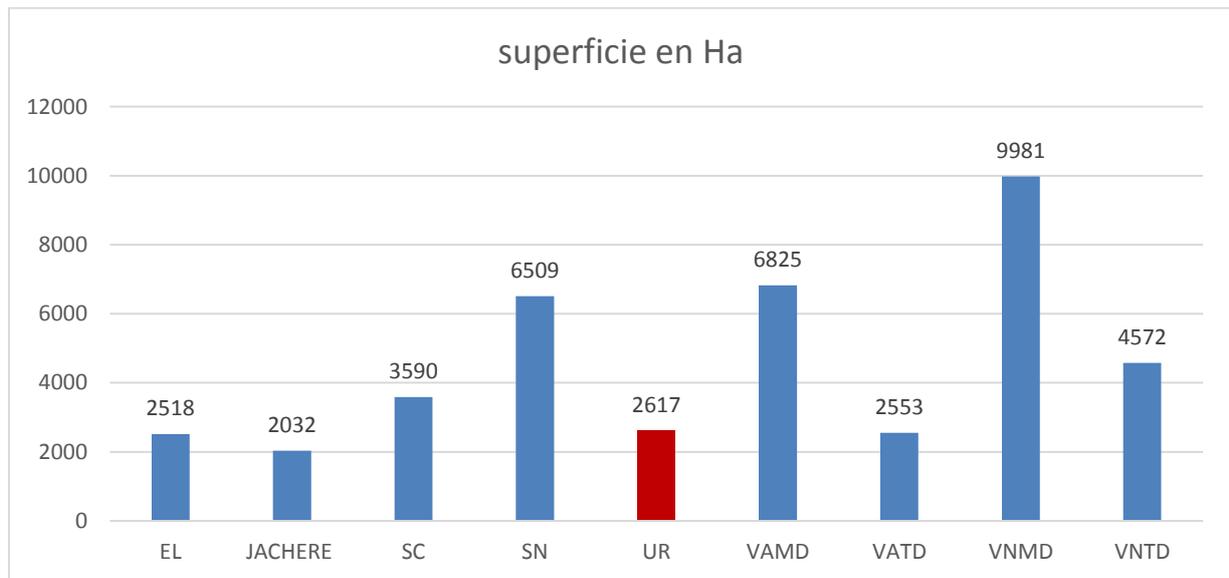
**Figure 28:** Classification supervisée de l'image LANDSAT TM5 2007.

## Chapitre IV Résultats et discussions

La matrice de confusion est caractérisée par un indicateur de qualité de la classification qui appelle le coefficient de kappa. Dans notre classification ce coefficient représente une valeur de 0.96 (96%De précision avec moins de 4% d'erreur) pour l'image 1997 (saison estivale) (Annexe 11)

### IV.6.3.1. Superficie des classes

Les superficies des classes retenues de l'utilisation du sol durant l'année 2007 sont exprimées dans la figure n ° 29

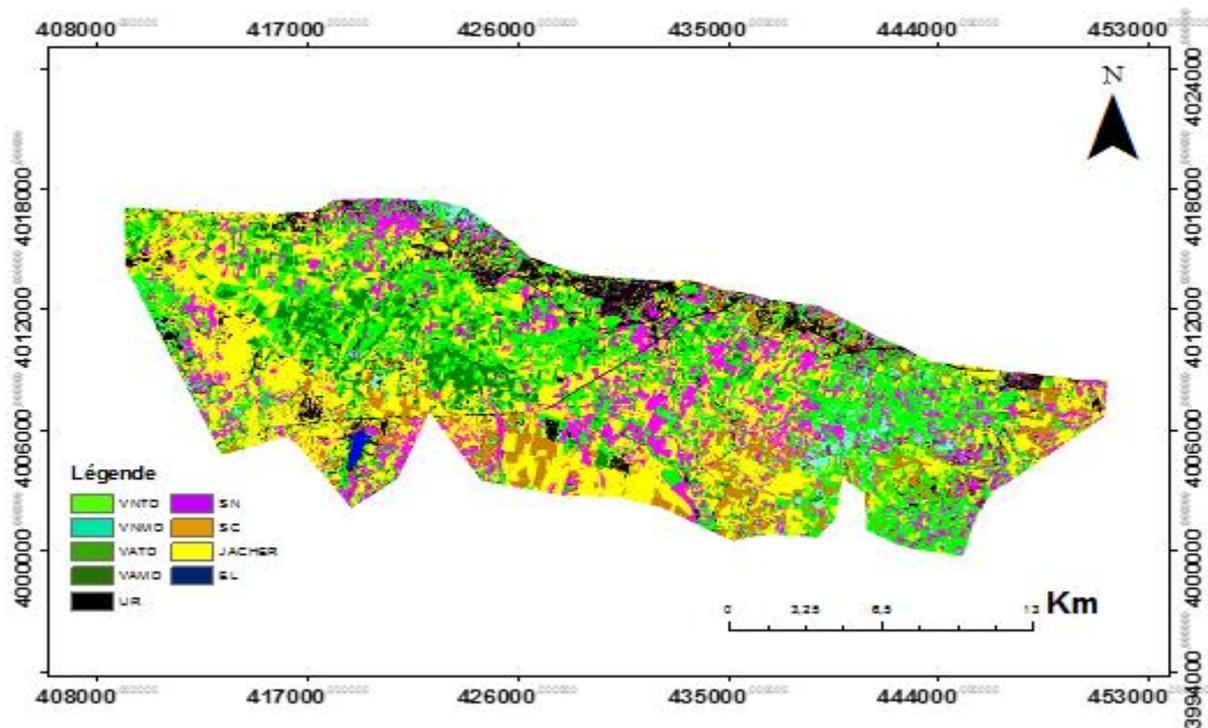


**Figure 29:** Les superficies en hectare des classes de l'image 2007

On peut en effet voir (fig 29), pour cette image et en prenant en considération les classes dominantes, que 9981 de la surface est couverts par les végétation agricole , 6509 ha de la surface est couverte les sols nu , 4572 ha est occupée par la végétation naturelle et 3590 ha occupe par les sols cultiver et l'urbanisation couvre 2617 ha..la seule classes qui montre qui montre un très faible surface est celle de la Jachere .

## Chapitre IV Résultats et discussions

### IV.6.4. Image satellitaire LANDSAT 2017



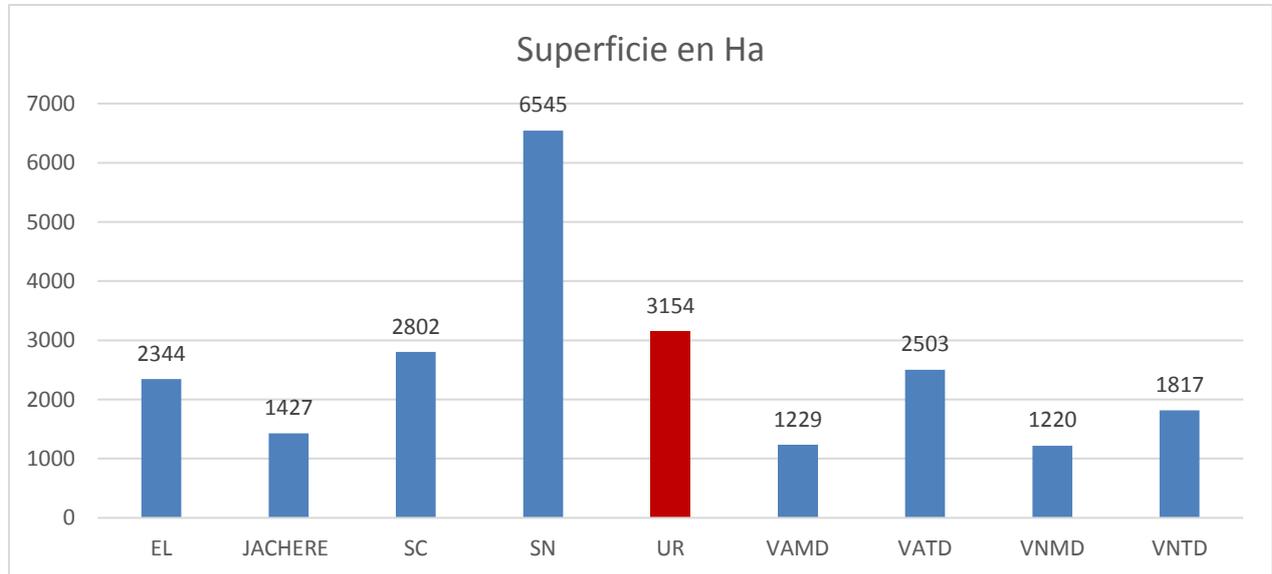
**Figure 30:** Classification supervisée de l'image LANDSAT OLI-8 Aout 2017.

La matrice de confusion est caractérisée par un indicateur de qualité de la classification qui appelle le coefficient de kappa. Dans notre classification se coefficient représente une valeur de 0.99 (99%De précision avec moins de 1% d'erreur) pour l'image 2017 (saison estivale) (Annexe 12).

## Chapitre IV Résultats et discussions

### IV.6.4.1. Superficie des classes

Les superficies des classes retenues de l'utilisation du sol durant l'année 2017 sont exprimées dans la figure n°30 ;



**Figure 31 :** La superficie en hectare des classes de l'image 2017

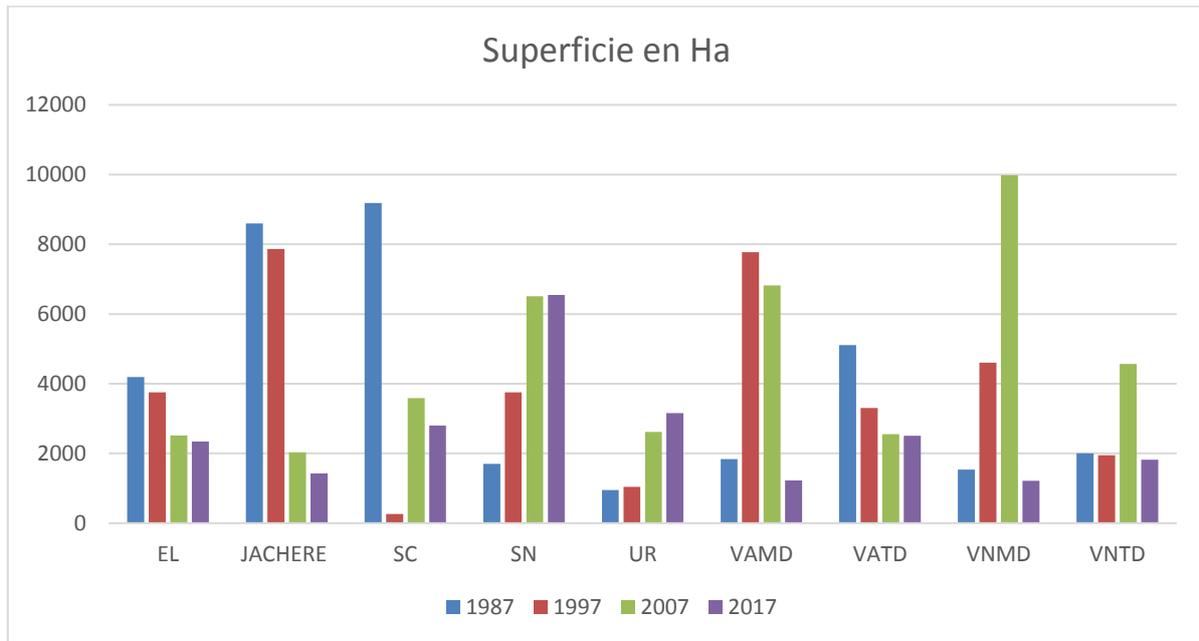
On peut en effet voir (fig 31), pour cette image et en prenant en considération les classes dominantes, que 6545 ha de la surface est couverte les sols nu, 37321 ha est occupée par la végétation agricole et 2802 ha occupe par les sols cultiver. la seule classes qui montre un très faible surface est celle de le jacher

En 2017, et l'urbanisation a connu une grande évolution à plus de 3000 ha, les superficies des sols et de végétation montre une concurrence spatiale inédite qui reste au tour 7000 ha ; l'urbanisation durant cette année couvre plus de 3000 ha qui est supérieur de la couverture spatiale par végétation naturel.

## Chapitre IV Résultats et discussions

### IV.7. La comparaison spatiale des classes de sol et de végétation :

Pour une meilleure visualisation de la dynamique spatiale de l'utilisation du sol entre 1987-2017, la figure n°32 présente la détection de changement dans l'utilisation de sol par l'eau, la végétation et l'urbanisation



**Figure 32:** comparaison entre les superficies des classes de sol et de végétation- Haut Cheliff (1987-2017)

La variabilité spatiale importante est enregistrée entre 1987-2017 ou le sol en particulier les sols jachère et les sols labouré dominant cette répartition spatio-temporelle mais en concurrence permanente par les classes de la végétation, tenant compte que notre plaine se caractérise par une vocation agricole importante et qu'elle est une région stratégique pour l'économie agricole en Algérie.

La plaine de Haut Cheliff est caractérisée par l'agriculture 65% et les cultures herbacées ainsi le céréale\_jachère 45% et des zone urbanisation (semi rural et rural) (DSA ; 2010).

#### IV.7.1.Extraction des superficies urbaines

**Tableau 04 :** le taux d'évolution de l'urbanisation par rapport aux ressources naturelles

L'année	L'urbanisation	Ressources naturelle
<b>1987</b>	<b>1.7%</b>	<b>96.2%</b>
<b>1997</b>	<b>2.53%</b>	<b>95%</b>
<b>2007</b>	<b>4.3%</b>	<b>93%</b>
<b>2017</b>	<b>5%</b>	<b>91%</b>

## Chapitre IV Résultats et discussions

On remarque que le taux d'urbanisation dans la plaine de Haut Cheliff augmente considérablement tandis que la proportion de ressources naturelles diminue d'une façon assez timide.

### IV.8. La déigitalisation des surfaces imperméabilisées de la plaine de Haut Cheliff

A l'aide de logiciel ARCGIS nous déterminons les classes d'urbanisations avec leur superficie en hectare (Ha)

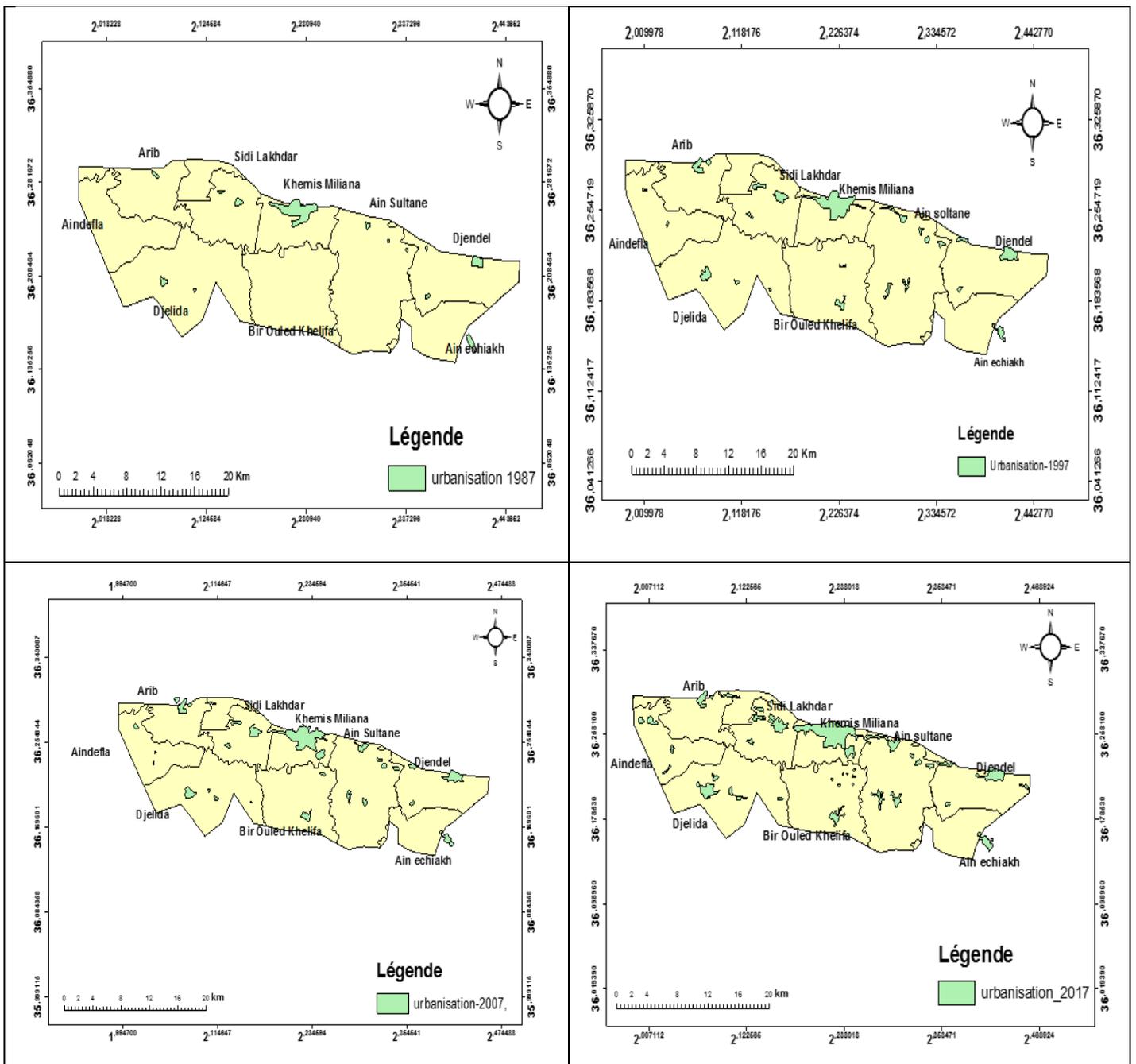
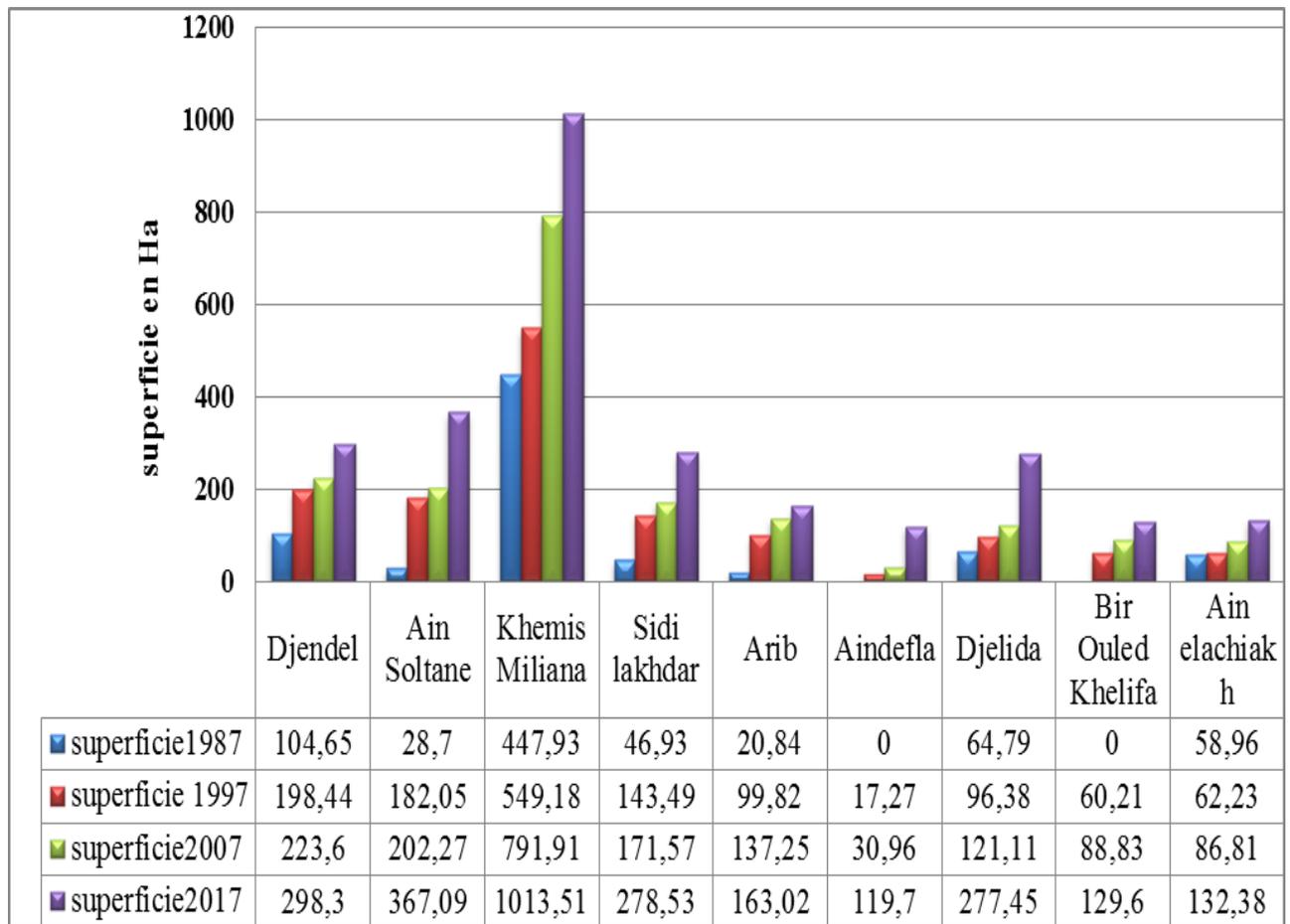


Figure 33 : Les cartes d'urbanisations digitalisées de la plaine de Haut Cheliff



**Figure 34: diagramme de la superficie de surfaces urbanisées de la plaine de Haut Cheliff (1987-1997-2007-2017)**

Ces résultats montrent que la répartition de la superficie des surfaces urbanisées est réduite en 1987, seule la ville de Khemis Miliana qui montre une démographie supérieure à des autres villes, l'urbanisation durant cette année couvre 772,82 ha.

En 1997, l'urbanisation a repris son évolution et les petites villes comme Aindefla et Bir Ouled Khelifa, Arib et Djendel ont connu une croissance de la population assez importante.

La répartition de la superficie occupé par les villes et les village durant l'année 2007 montre une concentration de la population au niveau de Khemis Miliana ; la répartition de la population est plus ou moins homogène entre les autres villes de la plaine

Par contre, une évolution très importante est observée à la superficie des surfaces urbanisées de l'année 2017, due principalement aux installations des villes et villages et la croissance

## Chapitre IV Résultats et discussions

démographique ainsi, ce qui encouragé une concentration démographique intense au niveau de Khemis Miliana.

Cette plaine étant caractérisé par un potentiel agricole classé d'excellence repose sur une population rurale importante qui donne une grande tendance socio-économique à la région.

Cette tendance était réduite à un exode rural assez important à partir de l'année 1997 ou 2/3 de la population a quitté les villages et se concentrer dans les grandes villes de la plaine (Djendel, Khemis Miliana), le taux de l'exode rurale a touché plus de 70% de la population rural en 2005 (Chenchelli)

### IV.9. Dynamique du cadre urbain de la population

#### IV.9.1. L'année 1987

L'intensité de la répartition des superficies entre les villes et les villages de la plaine de Haut Cheliff est réduite en 1987, seule la ville de Khemis Miliana qui montre une démographie supérieure à des autres villes.

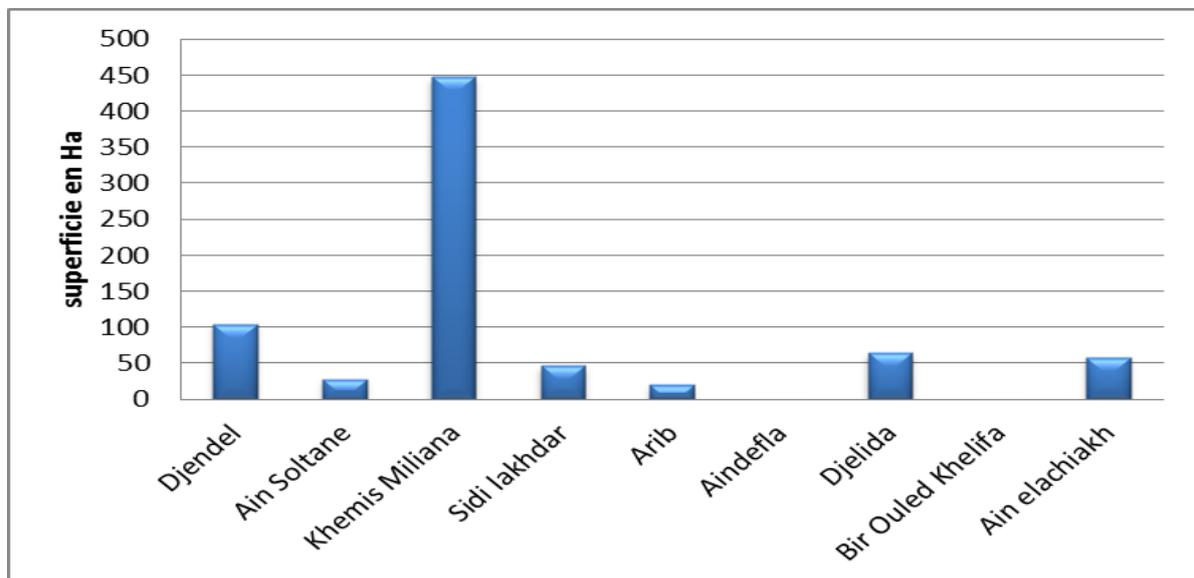


Figure 35 : Diagramme de la superficie des surfaces urbanisées (1987).

#### IV.9.2 .L'année 1997

en 1997, on remarque que la démographie a repris son évolution pour les grandes villes comme Khemis Miliana, Ain sultane, Djendel, Djelida, Aindefla, et Arib

## Chapitre IV Résultats et discussions

La répartition de la superficie occupée par les villes et les villages durant cette décennie montre une concentration de la population au niveau de Khemis Miliana en 1997, cette reprise due à la croissance démographique et à l'installation des logements.

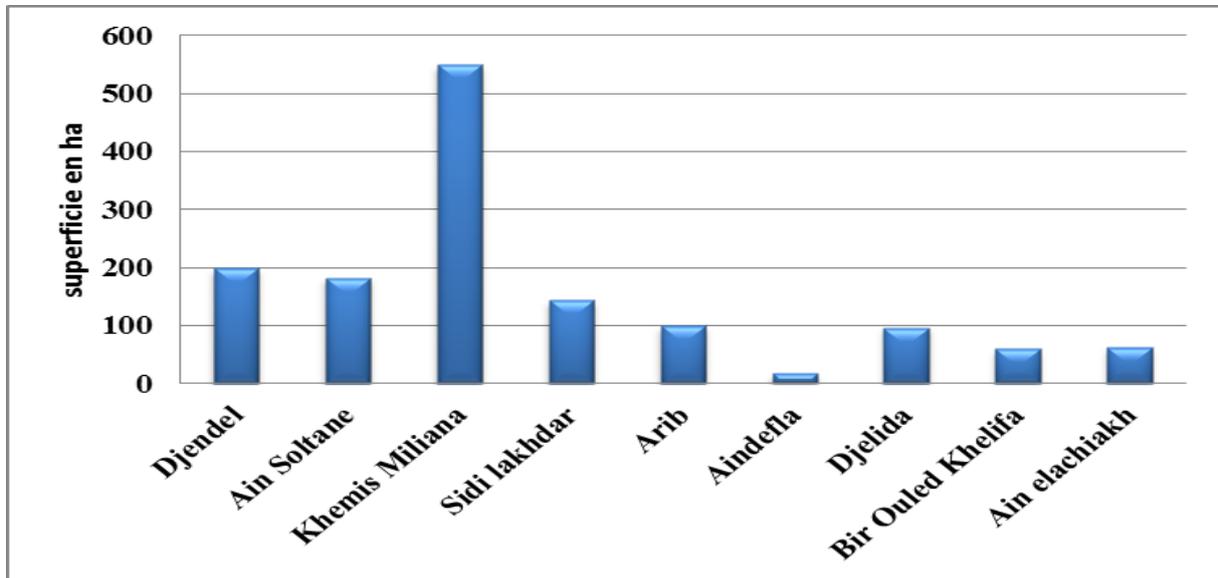


Figure 36 : Diagramme de la superficie des surfaces urbanisées (1997).

### IV.9.3.1'année 2007

Une évolution importante de l'urbanisation est observé durant l'année 2007 avec l'installation des nouvelles villes et villages au long de la plaine ce qui montres que Cette période est caractérisée par une progression nette des surfaces urbanisées

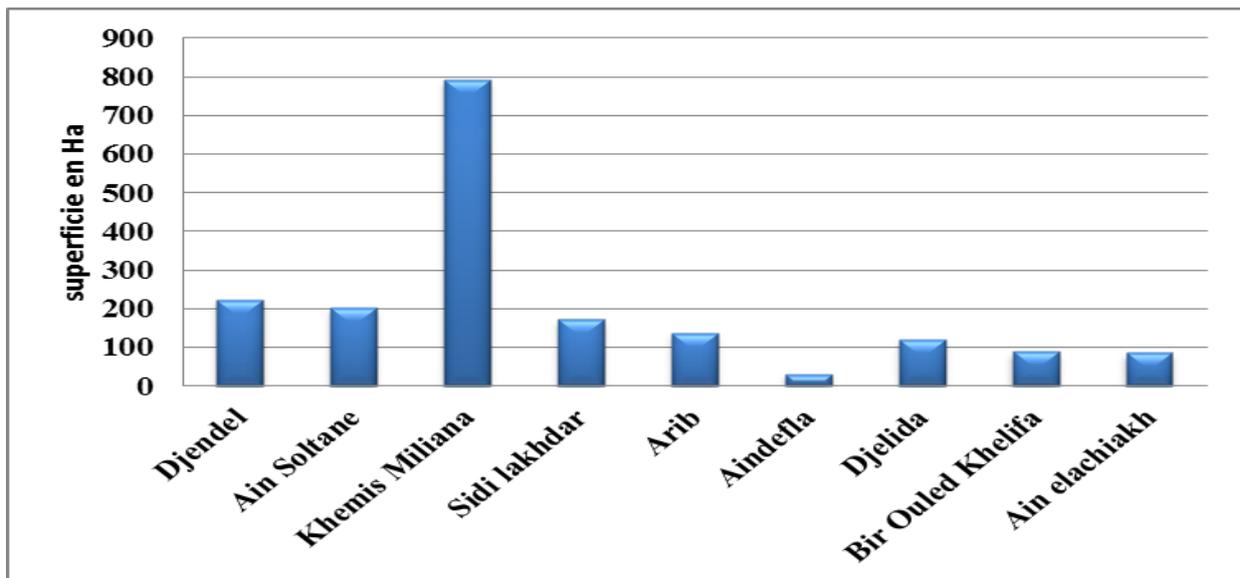


Figure 37 : Diagramme de la superficie des surfaces urbanisées (2007).

## Chapitre IV Résultats et discussions

### IV.9.4. L'année 2017

On observe Une évolution assez importante au niveau de la démographie de l'année 2017 avec l'installation de nouvelles villes et villages ce qui encouragé une concentration démographie intense dans la plaine enregistré an niveau de Khemis Miliana, Djendel, Ain sultan, Sidi Lakhdar et Arib cette augmentation parait excessive (4 fois plus par rapport à l'année 1987) cette évolution due principalement a la croissance démographique et aux installations et réalisation les logements.

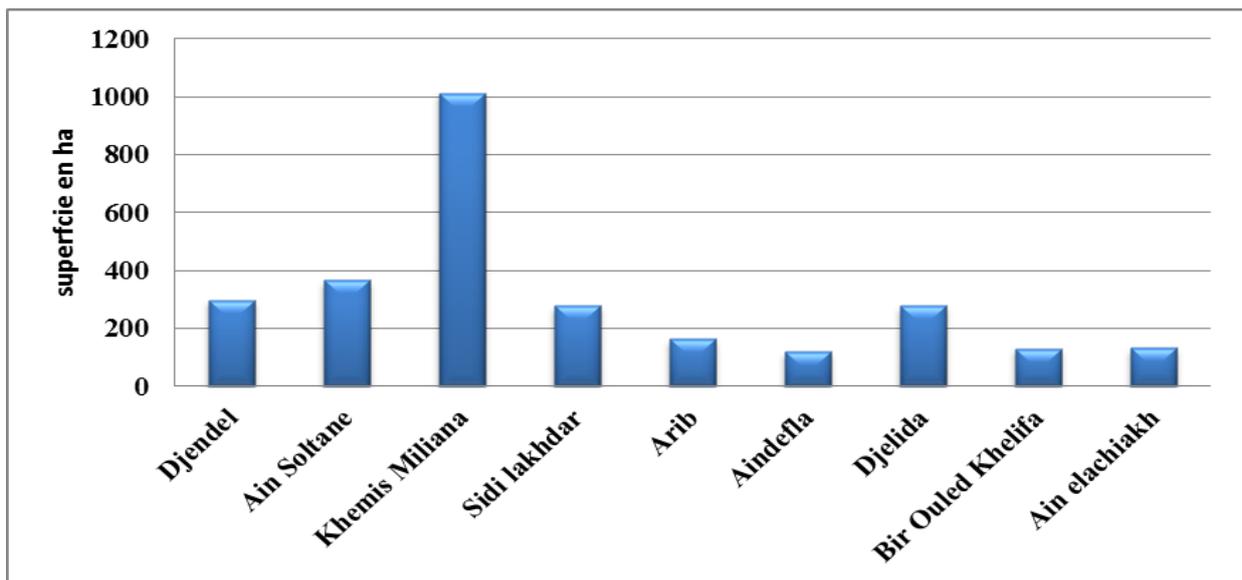


Figure 38: Diagramme de la superficie de surfaces urbanisées 2017.

### IV.9.5. Détection de changement de 1987 à 2017

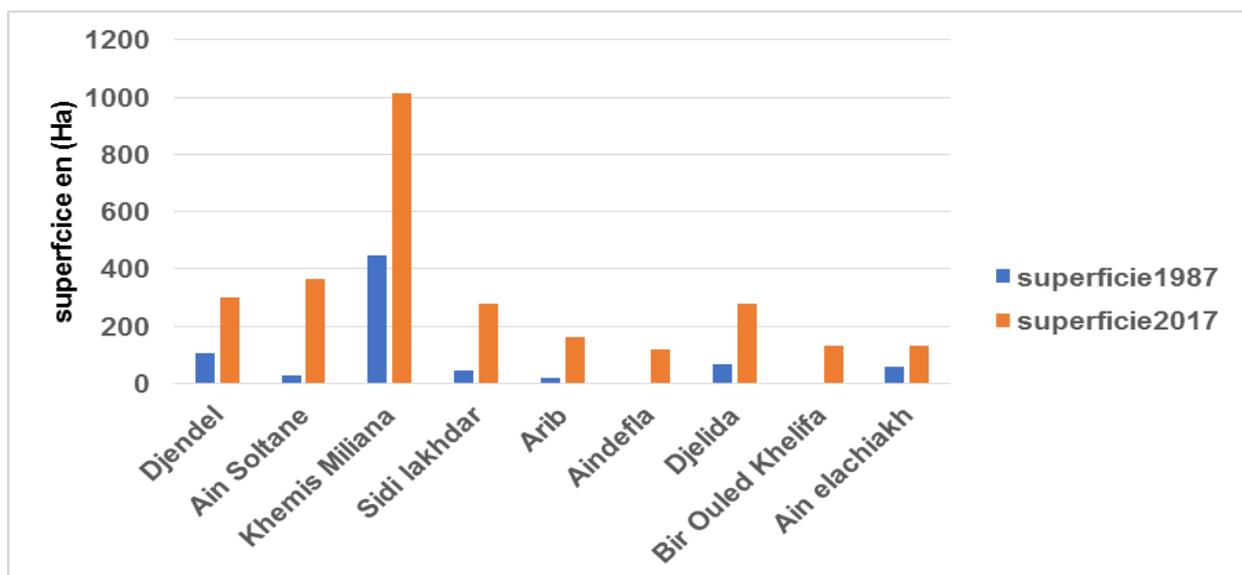


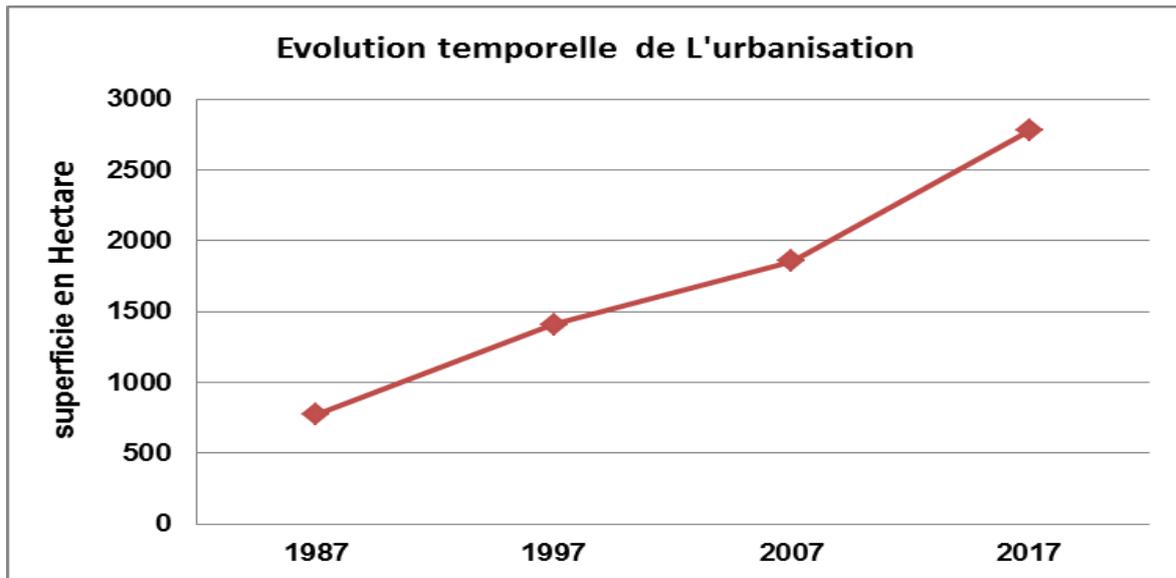
Figure 39 : Diagramme de la superficie de surfaces urbanisées (1987-1997).

## Chapitre IV Résultats et discussions

---

La représentation graphique montre que Les superficies couvert par l'urbanisation sont progressées d'une façon alarmante de (772.8 ha en 1987 à 2779.58 ha en 2017) ; cette progression elle est due principalement aux l'exode rurale et la réalisation et l'installation des logements, des usines ainsi que les constructions illicite. Une grande dynamique importante est enregistrée ou l'urbanisation domine plus que 6.49% de la superficie de la plaine.

### IV.9.6. Evolution temporelle des cadres de l'urbanisation dans le Haut Cheliff



**Figure 40:** évolution temporelle des cadres urbains dans le Haut Cheliff 1987-2017

Tout d'abord ; le milieu urbaine présente une superficie augmenté au cours des années, l'urbanisation au niveau de plaine Haut Cheliff a connu une évolution assez importante, alors que se manifeste à partir l'année 1987 ou la croissance démographique était intense et même favoriser par l'encouragement de l'état de renforcer la force humaine du pays dans le cadre des plans de développement durable

### IV.10. Discussion générale

#### IV.10.1. Détection des changements dans la plaine de Haut Cheliff

L'analyse numérique à l'aide des images satellitaires a été d'une grande importance pour détecter le changement et déduire l'évolution et la progression de l'urbanisation dans la plaine Haut Cheliff qui est marqué par des périodes de croissances des surfaces urbanisées et décroissante tenant compte du caractère socio-économique de cette région qui grâce à sa

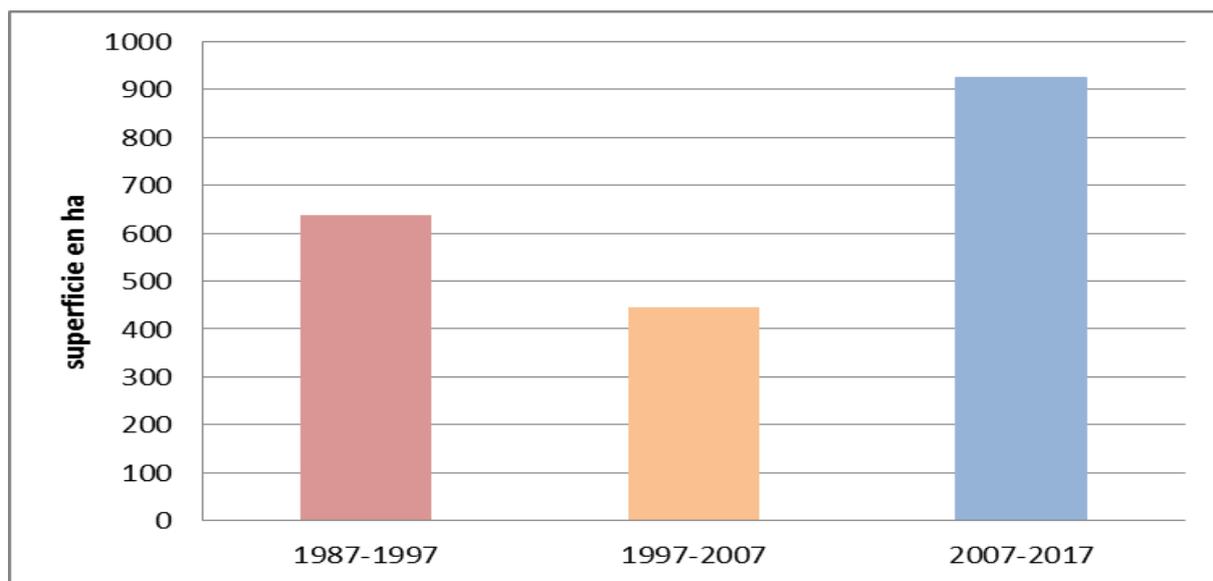
## Chapitre IV Résultats et discussions

---

nature phyasagique et lithologique est orienté vers des pratique anthropique qui ont favorisé l'installation du cadre urbains .

En 1987, la population était réduite au niveau de la plaine et focalise ses pratique en agriculture ce qui a permis l'existence de quelque agglomérations indépendantes. Mais à partir des 1997 l'Algérie a rentré dans une décennie dite « noire » qui a provoqué l'exode rural par une forte migration de la population avec une réduction de la superficie de 636.27 ha Entre 1987-1997.

la démographie s'accroit de nouveau à partir 1997 mais d'une façon assez timide quand la décennie noire se continue toujours avec un taux d'évolution de 1.04 % ce n'est qu'à partir de l'année 2007 que les installations urbaines ont commencé à reprendre place grâce au plan développement durable qui ont permis d'une augmentation de l'urbanisation de plus de 900 ha entre 2007-2017 avec un taux d'évolution 2.16%.

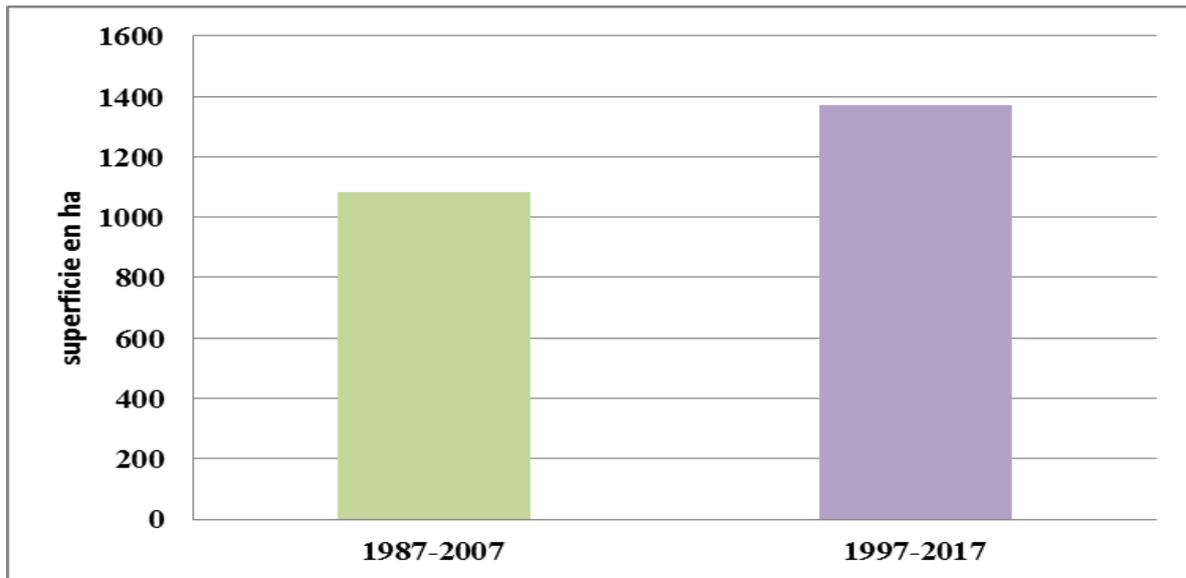


**Figure 41:** détection des changements spatiale des espaces urbanisées en décadaire.

On remarque que le taux de l'évolution de l'urbanisation en 1987-2007 est 2.52% par contre en 1997-2017 est 3.20% Une dynamique de progression des surfaces urbanisées, elle due principalement aux installations des logements, des nouvelles villes et village ainsi le développement de l'économie qui provoque les installations des usines durant la période

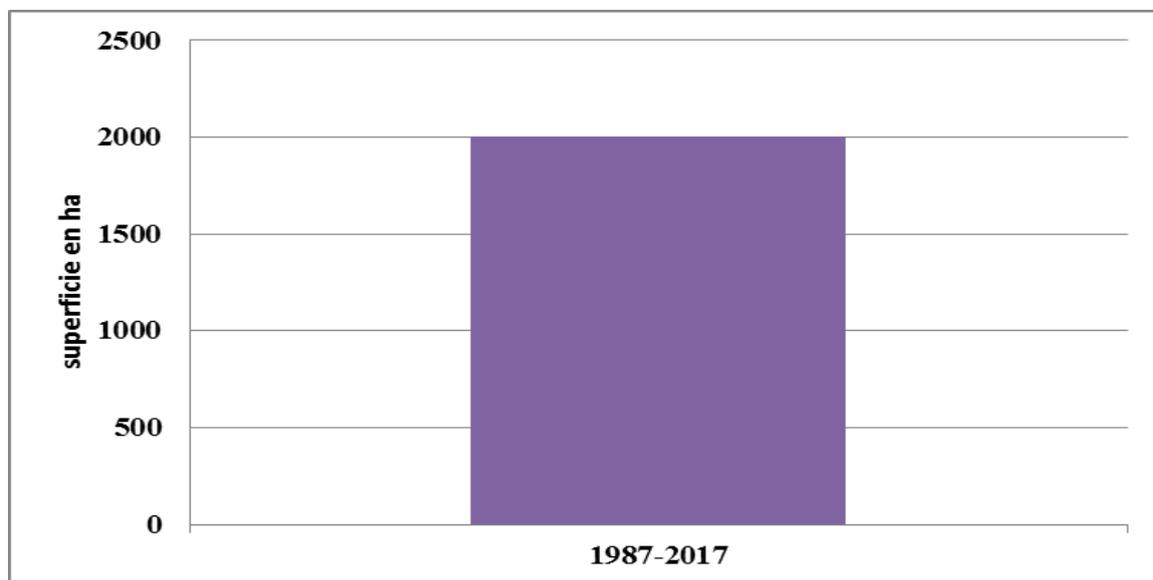
## Chapitre IV Résultats et discussions

---



**Figure 42:** détection des changements spatiale des espaces urbanisées en 20ans

L'évolution générale du cadre urbain dans la plaine a été évalué plus de 2000 ha entre 1987-2017. Cette période est caractérisée par une progression des surfaces urbanisée d'une façon alarmante due à la croissance démographique qui provoque l'installation des logements et les constructions illicites, ce qui permet d'augmenter les sols imperméabilisés.



**Figure 43:** détection des changements spatiale des espaces urbanisées en 30ans.

## Chapitre IV Résultats et discussions

---

### IV.10.2. Le taux d'évolution 1987-2017

La dynamique de l'urbanisation dans la plaine de Haut Cheliff caractérisé par quatre périodes d'évolution :

1. **1987-1997** dite « lente » suite à la progression limitée en termes de la superficie des surfaces urbanisée et de la population avec un taux d'évolution de 1.48%.
2. **1997-2007** périodes de stagnation et de reprise de la croissance démographique  
Par conséquent favorise l'installation urbaine avec un taux d'évolution de 1.04%.
3. **2007-2017** périodes actives de l'étalement urbain ou le lancement des programmes de développement à long terme et l'encouragement sur des installations urbains avec un taux de croissance de 2.16%.
4. **1987-2017** période de progression alarmante avec un taux de croissance de plus 4% durant cette période, une dynamique de régression des terres agricoles (perte des terres agricoles) ce qui permet d'augmenter légèrement les sols imperméabilisé.

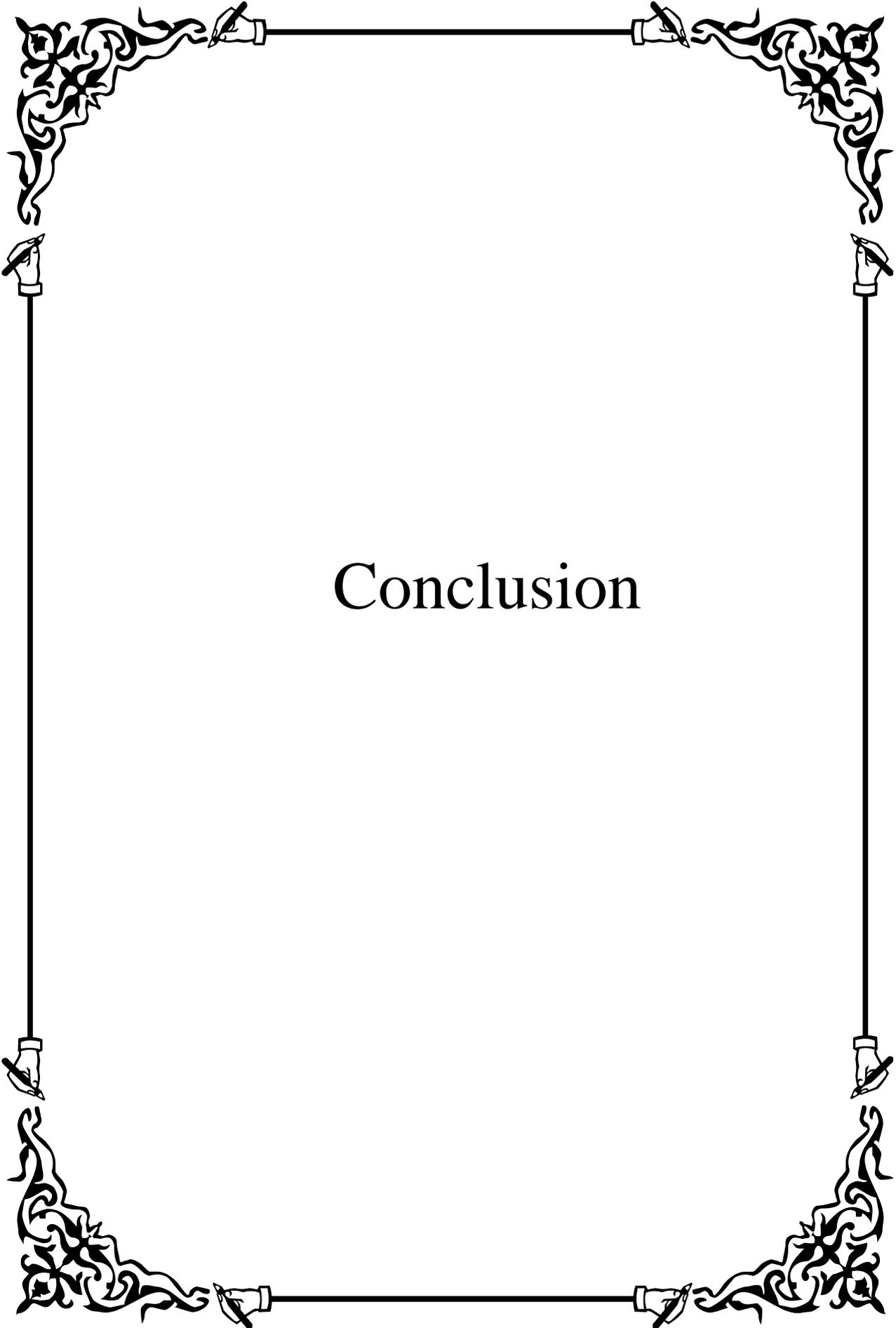
**Tableaux 05 :** Taux d'évolution de superficie de l'urbanisation dans le Haut Cheliff 1987-2017.

Année	1987	1997	2007	2017
superficie en(%)	1,80%	3,29%	4,33%	6,46%

Les villes sont confrontées depuis l'indépendance, ou bien dite la décennie noire jusqu'à la dernière décennie la période 1995-2015 il y a une accélération remarquable fort et rapide de l'urbanisation .

L'activité socio-économique à des contraintes inhérente à leur rythme de croissance pour des raison bien connues (exode rural massif, croissance démographique fulgurante...)

Cette croissance a emprunté des formes nouvelles, elle est caractérisée par une extension démesurée des agglomérations entraînant une grande consommation de l'espace. Les périphériques urbains présentent une mosaïque d'espace où s'entremêlent diverses fonctions (agriculture, industrie habitats collectifs et individuelle) (**Baouini. 2008**)



# Conclusion

## Conclusion

Notre travail a pour objectif d'évaluer l'imperméabilisations artificialisée du plain de Haut Chéiff et caractériser la dynamique spatiotemporelle dans l'évaluation de l'urbanisation par l'utilisation des image satellitaires multi datés de type LANDSAT(MSS, TM5 et OL8) present en déférents année (1987 ,1997,2007 ,2017).

Pour répondre à cet objectif des traitements et des analyses ou été effectués sur des images satellitaires de LANDSAT present en déférents année (1987 ,1997,2007 ,2017) ; la classification supervisée des quatre image LANDSAT a permis d'obtenir les onze classes végétation agricole très dense et moyenne dense, végétation naturelle très dense et moyenne de dense, sol labouré sol nu, sol cultivé, sol Halomorphe, jachère, l'eau libre (surface d'eau), urbanisation. Avec un coefficient de réussite de 99%

L'évaluation de la superficie des classes montre une dynamique importante de l'urbanisation entre 1987et 2017 suite à une forte incidence de la distribution des superficies entre les villes et les villages de Haut Cheliff et la variabilité annuelle de la superficie de quelque l'urbanisation en termes de la croissance retrait spatial et cette dynamique est sous l'influence de plusieurs facteur socio-économique et aussi les activités anthropiques qu'elle soit d'apport positive aux négatives. Périodes d'évaluation de l'urbanisation ont été caractérisée une premier décadaire entre (1987\_1997) avec un taux d'évolution lent avec un étendu progressivement son espace urbain et la deuxième décadaire entre (1997\_2007) soit 1.48% , le taux de croissance de l'urbanisation et augmenter assez timide par la création de nouvelle zone urbaines et la troisième décadaire entre (2007\_2017) cette période distingue fortement une croissance démographique et le taux d'évaluation est de 2.16% cette croissance est caractérise par une extension démesurés des agglomérations entrainant une grande consommation de l'espace fonction des projet d'aménagement et des migration sous forme de l'exode rurale . et le taux d'évolution de l'action de l'homme à travers les installations urbaines (nouvelle villes et agglomération) durant la dernière décennie est égale 4.69%, ceci indique un état d'alarme concernant la perte des terres agricoles au profit de l'extension urbaines ce qui permet d'augmenter les surfaces imperméabilisées et implique des conséquences à court et a long terme sur l'équilibre des ressources naturelles.

Comme perspective notre étude porte des solution scientifique et socio-économique dans l'élaboration des stratèges de développement durable qui pourront détecter le degré de dégradation des constituants de l'environnement et de lutter contre la dégradation des ressources naturelles (sol eau végétation) afin de protéger le milieu naturel dans son état brut et loin de tout une nuisance anthropique.

## Références bibliographiques

---

### A

**AMICHI. H.2009.** Diagnostique agraire dans la région du Bas Chélif : commune d'Ouarizaine, Algérie. Thèse de Master Mondialisation et Dynamique Rurale comparées, UFR Agriculture Comparée et Développement Agricole. 44-55.

**ANRH.** 2016. Donnée climatique (1987 à 2015) station de Khemis Miliana.

### B

**Baouni.Tahar, 2008.** Mobilité et systèmes de transport face à la croissance urbaine d'Alger Maître de conférences-chercheur à l'Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme (APAU) d'Alger. Laboratoire Ville, Urbanisme et Développement Durable (VUDD).

**Benmeridja A., (2004).** Base de donnée, synthèse d'information géographique et Modélisation tridimensionnelle de la géologie de l'hydrodynamique et de la pollution des eaux sputerraines à l'échelle locale, approche integer appliqué à la région du Haut Cheliff, plaine de KhemisMiliana. Mémoire DUEA Centre Universitaire de Khemis Miliana.

**Bettahar S., (2012):** synthèse hydrogéologique de la nappe alluviale du Haut Cheliff, Mémoire de Master en Eau et Environnement, Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana.

**Boulaine .J.1957.** Etude des sols des Plaines du Chélif .thèse d'état de l'université d'Alger .582 p.

**Boulaine .J. 1957.** Carte des sols des Plaines du Cheliff au 1/50000. Inspection générale de l'agriculture du Gouvernement de l'Algérie.

**Bonn F et Rochon G., 1992.** Précis de Télédétection, Vol 1. Principe et methods, presses de l'Université de Québec. AUPELE, 485 p.

### C

**CE, 2012.** Lignes directrices concernant les meilleures pratiques pour limiter, atténuer ou compenser l'imperméabilisation des sols. Office des publications de l'Union européenne : Luxembourg, Grand-Duché de Luxembourg.

**CE, 2013.** Surfaces dures – coûts cachés. Rechercher des solutions pour remédier à l'occupation des terres et à l'imperméabilisation des sols. Office des publications de l'Union européenne : Luxembourg, Grand-Duché de Luxembourg.

## Références bibliographiques

---

**COM(2006) 231:** Communication de la Commission au Conseil, au Parlement européen, au Comité économique et social européen et au Comité des régions. Stratégie thématique en faveur de la protection des sols.

**Centre Canadien de Télédétection.2007.** Notion fondamentales de télédétection. 266 p.

### D

**DRISS ,Nassima.** « La ville mouvementé. Espace public, centralité, mémoire urbaine à Alger ». L'Harmattan, 2001.

**Dwitz J.,2004.** Assessment of Landsat 7 ETM+ SLC-off Gap-filled Data for Impervious Surface and Canopy Cover Estimation. USGS EROS Data Center. [En ligne] <http://landsat.usgs.gov/>.

### F

**Früh B., Koßmann M., Roos, M., 2011:** Frankfurt am Main im Klimawandel – Eine Untersuchung zur städtischen Wärmebelastung. Offenbach am Main: Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, 2011. (Berichte des Deutschen Wetterdienstes 237) ISBN 978-3-88148-453-4.

### G

**Gardi C., Panagos P., Bosco C, de Brogniez D., 2012:** Soil Sealing, Land Take and Food Security: Impact assessment of land take in the production of the agricultural sector in Europe (soumis actuellement à une evaluation par les pairs).

**Girard M.C., Girard C.M., 1999.** Traitement des données de télédétection. Dunod, Paris, 529 p + CD-ROM.Conférence de Pédologie Méditerranéenne, AFES, Paris.\*

### H

**HATTAB.M.,1998.**Etude qualitatif des eaux du Haut Cheliff. Mémoire de fin d'étude ,Promotion 1998.CU Khemis-Miliana

### I

**IUCN, 2007, Analyse de la situation de la région méditerranéenne, [www.uicnmed.org](http://www.uicnmed.org)**

**Ikhlef S. 2008.** Etude de la pollution dec la nappe alluviale du Haut-Chellif par les nitrate. Mémoire de Mag., Univ.HBB Chlef, 145p.

## Références bibliographiques

---

### J

**Janez Potočnik., 2012.**l'imperméabilisation des sols.Office des publications de l'union européenne,Luxembourg ISBN: 987-92-79-26214-2 p 3.

**Jensen, 1960.** Remote sensing of The environment: an Earth resource prespective. Upper Saddle River : NJ: Prentice Halle. 544p.

**Jones, R.J.A., Hiederer, R., Rusco, E., Loveland, P.J. and Montanarella, L., 2004.** The map of organic carbon in topsoils in Europe, Version 1.2, September 2003: Explanation of Special Publication Ispra 2004 No.72 (S.P.I.04.72). Rapport de recherche du Bureau européen des sols n° 17, EUR 21209 EN, 26 pp. et une carte au format ISO B1. Office des publications officielles de l'Union européenne, Luxembourg.

### K

**Kahila A., Achour K., (2008).** Contribution à l'étude de la qualité des eaux souterraines de la plaine du Haut Cheliff. (Rapport du projet de synthèse de licence en système (L.M.D)- Centre université de Khemis Miliana.

**Kergomad C.2004.** LA TELEDETECTION AERO-SPATIALE: une introduction; cour de l'Ecole Normale supérieure Paris.

**Kermad, M., 1989.** Apport de l'imagerie satellitaire a moyenne résolution spatiale à la perception des ressources naturelles renouvelables en zone arides méditerranéenne (hauts plateaux Sud-oranaise). Mém.D.E.A., *Univ Nice*, 37 p.

**Kouidri .M.2014.** colonisation, Indépendence et développement humaine en Algérie, magazine, p 159-185

**Küpfer C., Ostertag K., Müller J., Seifert S., Schleich J., Ehrhart K.M., 2010:** Handelbare Flächenausweisungszertifikate, Experiment Spiel.Raum: Ergebnisse einer Simulation in 14 Kommunen, *Naturschutz und Landschaftsplanung* 42 (2) 2010, 39-47.

### N

**Nefidsa K., 2013:**Evolution géochimique des eaux souterraines et leurs impacts sur la qualité des sols irrigués de la plaine du Haut Chélif. Thèse de Magister. Université de Chlef, 2012, 11-20 p.

### O

**Omari L., 2005.** Contribution à l'étude d'un ecosystème a *Artemesia herba alba* dans le Sud-Oranaise ; Diagnose phytoécologique et cartographique par télédétection spatiale. Mémoire de magister , université USTHB, écologie et environnement. 52p.

## Références bibliographiques

---

### P

**Perrodon A.** 1957. Etude géologique des bassins néogènes sublittoraux de l'Algérie nord Occidentale. Thèse Paris, Publ. Serv. Carte geo/. Algerie, nouv. Sér.n°. 12.

**Piorr A., Ravetz J., Tosics I., 2011:** Peri-urbanisation in Europe: Towards a European Policy to sustain UrbanRural Futures. University of Copenhagen /Academic Books Life Sciences. 144 pp. ISBN:978-87-7903-534-8.[http://www.plurel.net/images/Peri\\_Urbanisation\\_in\\_Europe\\_printversion.pdf](http://www.plurel.net/images/Peri_Urbanisation_in_Europe_printversion.pdf)

**Plan Bleu, 2003,** Les menaces sur les sols dans les pays méditerranéens, Les Cahiers du Plan Bleu 2.

**Prokop G., Jobstmann H., Schönbauer A., 2011:** Overview on best practices for limiting soil sealing and mitigating its effects in EU-27 (Environment Agency Austria), Technical Report - 2011-50, ISBN: 978-92-79-20669-6.

### R

**Ratta M., 2010.** Variabilité spatio-temporelle de la salinité des sols dans la plaine de Bas Chélif- Etablissement d'une Banque de Données, Thèse de Magister, Université de Chlef.

**Richa A., 2015.** Géostatistique et SIG pour la modélisation spatialisée de la pollution nitrate dans la plaine du Haut-Chélif. Thèse de Doctorat, université Chlef.

### S

**Sahraoui N., 2014.** Etude de cohérence entre la vulnérabilité à la pollution et la qualité des eaux souterraines: Plaine de Khemis Milina. Algérie. Mémoire de Master, Université de Khemis Milina., 24-34p.

**Siebielec G., Lazar S., Kaufmann C. & Jaensch S., 2010:** Handbook for measures enhancing soil function performance and compensating soil loss during urbanization process. Urban SMS - Soil Management Strategy project, pp 37.

**Soudani. K., 2005.** Cour rédiger de télédétection. Introduction générale à la télédétection. ECO Version 1.2 – Série – Version PDF. ; Univ. Paris Sud .26p.

**Soudani, k., 2006.** Correction atmosphérique, géométrique et classification des images de télédétection sous ENVI. Travaux Dirigés en télédétection, Version PDF. Univ Paris Sud 18 p

## Références bibliographiques

---

**Song, C., Woodcock C.E., Seto K.C., Lenney M.P., et Macomber S.A., 2001.** Classification and change detection using Landsat TM data : When and how to correct atmosphérique effect, Remote Sensing of Environment, 75 :230-244.

### T

**Turbé A., De Toni A., Benito P., Lavelle P., Lavelle P., Ruiz N., Van der Putten W. H., Labouze E., Mudgal S., 2010:** Soil biodiversity: functions, threats and tools for policy makers. Bio Intelligence Service, IRD, and NIOO, Rapport pour la Commission européenne (DG Environnement). <http://ec.europa.eu/environment/soil/biodiversity.htm>

### W

**Weng, 2012.** Remote sensing of impervious surfaces in the urban areas : requirements, methods and trends. Remote Sensing of Environment, 117, 34-49.

### Y

**YAHYAOUI. I. 2011.** Evaluation de la dynamique spatiale de l'occupation de sol dans la plaine Bas- Chéiff (Algérie) Apport de la Télédétection. Thèse de Magister L'U.S.T.H.B d'Alger, juillet, 2011, 88 p

### Site web:

[www.googleearth.com](http://www.googleearth.com)

[www.usgs.gov.us](http://www.usgs.gov.us).

<http://ec.europa.eu/environment/soil/sealing.htm>

# Annexes

---

Les superficies des communes de la plaine de Haut Cheliff

Annexe 01 : la superficie des communes en 1987

les communes	superficie en (ha)
Djendel	104,65
Ain Sultane	28,7
Khemis Miliana	447,93
Sidi Lakhdar	46,93
Arib	20,84
Aindefla	/
Djelida	64,79
Bir Ouled Khelifa	/
Ain elachiakh	58,96
la somme	772,8

Annexe 02 : les superficies des classes pour l'année 1987

Les Classes	superficie en (ha)
EL	399
JACHER	4524
SC	6957
SH	4989
SL	10296
SN	8624
UR	731
VAMD	1758
VATD	4945
VNMD	153
VNTD	200

# Annexes

## Annexe 03 la superficie des communes en 1997

les communes	superficie en( ha)
Djendel	198,44
Ain Sultane	182,05
Khemis Miliana	549,18
Sidi Lakhdar	143,49
Arib	99,82
Aindefla	17,27
Djelida	96,38
Bir Ouled Khelifa	60,21
Ain elachiakh	62,23
la somme	1409,07

## Annexe 04 : les superficies des classes pour l'année 1997

Les Classes	superficie en (ha)
EL	261
JACHER	12678
SC	278
SH	4122
SL	1732
SN	4177
UR	1085
VAMD	5881
VATD	375
VNMD	8027
VNTD	2177

# Annexes

---

## Annexe 05 la superficie des communes en 2007

les communes	Superficie en (ha)
Djendel	223,6
Ain Sultane	202,27
Khemis Miliana	791,91
Sidi Lakhdar	171,57
Arib	137,25
Aindefla	30,96
Djelida	121,11
Bir Ouled Khelifa	88,83
Ain elachiakh	86,81
la somme	1854,31

## Annexe 06 : les superficies des classes pour l'année 2007

Les Classes	superficie en (ha)
EL	251
JACHER	15412
SC	2222
SH	12488
SL	1553
SN	3445
UR	1840
VAMD	4004
VATD	1799
VNMD	46
VNTD	42

# Annexes

---

## Annexe 07 la superficie des communes en 2017

les communes	superficie2017
Djendel	298,3
Ain Sultane	367,09
Khemis Miliana	1013,51
Sidi Lakhdar	278,53
Arib	163,02
Aindefla	119,7
Djelida	277,45
Bir Ouled Khelifa	129,6
Ain elachiakh	132,38
la somme	2779,58

## Annexe 08: les superficies des classes pour l'année 2017

Classe	superficie en (ha)
EL	234
JACHER	5353
SC	1720
SH	12992
SL	5453
SN	3631
UR	2454
VAMD	8181
VATD	2473
VNMD	630
VNTD	181

# Annexes

Annexe 09 : matrice de confusion des classes de l'image LANDSAT MSS (Aout 1987)  
issue de classification supervisées

CLASSE	EL	JACHER	SC	SN	UR	VAMD	VATD	VNMD	VNTD	TOTLE PERCENT	TOTALE PIRELE
EL	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.13	452
JACHER	0.00	91.72	2.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.53	336
SC	0.00	0.00	75.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.29	459
SH	0.00	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.46	1999
SL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.22	590
SN	0.00	0.00	13.70	98.47	0.95	0.00	0.00	0.00	0.00	11.45	511
UR	0.00	0.00	0.00	0.00	95.80	0.00	0.00	0.00	0.00	8.38	374
VAMD	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	0.00	0.00	0.00	7.66	342
VATD	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	91.65	0.00	0.98	9.01	402
VNMD	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	0.00	11.27	503
VNTD	0.00	0.00	0.00			0.00	0.56		98.45	6.59	294
TOTALE PERCENT	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-
TOTALE PIXEL	452	336	459	511	374	342	402	503	294	-	4462

Annexe 10 matrices de confusion des classes de l'image LANDSAT ETM+ (Aout 1997)  
issue de classification supervisées

classe	EL	JACERE	SC	UR	VAMD	VATD	VNMD	VNTD	SN	Totale (percent)	Totale (pixel)
EL	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.90	2293
JACHER	0.00	97.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.41	517
SC	0.00	0.00	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.33	869
SH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.96	8.48	358
UR	0.00	0.00	0.48	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.22	281
VAMD	0.	0.00	0.00	0.00	78.96	1.72	0.00	0.00	0.00	6.98	603
VATD	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	96.71	0.00	0.00	0.00	7.83	670
VNMD	0.00	1.39	0.00	0.00	0.00	2.09	97.91	0.00	0.00	6.22	711
VNTD	0.00	0.00	0.00	0.00	13.93	0.00	1.46	92.36	0.00	8.28	456
SN	0.00	0.00	0.00	0.00	1.43	0.00	0.00	0.00	98.71	8.34	414
SL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.29	0.00	0.00	0.00	4.09	306
TOTALE PERCENT	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-
TOTALE PIXEL	2293	517	869	281	603	670	711	456	414	-	7478

# Annexes

Annexe 11matrice de confusion des classes de l'image LANDSAT TM5 (Aout 2007) issue de classification supervisées

CLASSE	EL	JACHERE	SC	UR	VAMD	VATD	VNMD	VNTD	SN	TOTAL PERCENT	TOTAL PIXEL
EL	99.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.15	2167
JACHER	0.09	100	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.03	329
SC	0.00	0.00	99.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.07	397
SH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.25	343
UR	0.00	0.00	0.00	99.64	0.00	7.50	0.00	0.00	0.00	14.50	948
VAMD	0.00	0.00	0.00	0.00	90.29	0.00	0.00	0.00	0.00	6.76	442
VATD	0.00	0.00	0.00	0.00	9.71	92.50	0.00	0.00	0.00	4.25	278
VNMD	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	91.74	0.00	0.00	4.79	313
VNTD	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	88.29	0.00	6.81	445
SN	0.00	0.00	0.00	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	99.32	7.28	476
SL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.68	6.06	398
TOTAL PERCENT	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-
TOTAL PIXELE	2167	329	397	948	442	278	313	445	476	-	6536

Annexe 12 : matrice de confusion des classes de l'image LANDSAT OLI-8 (Aout 2017) issue de classification supervisées

CLASSE	EL	JACHERE	SC	UR	VAMD	VATD	VNMD	VNTD	SN	TOTAL PERCENT	TOTAL PIXEL
EL	100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.11	1690
JACHER	0.00	99.17	0.10	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00	0.68	7.43	583
SC	0.00	0.10	99.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.30	985
SH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.17	574
UR	0.00	0.00	0.00	99.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	3.72	297
VAMD	0.00	0.00	0.00	0.00	96.36	3.01	0.00	0.00	0.00	3.72	318
VATD	0.00	0.00	0.00	0.00	9.71	92.33	0.00	0.00	0.00	4.17	499
VNMD	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	0.00	0.00	5.56	359
VNTD	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	98.92	0.00	4.48	1747
SN	0.00	0.00	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	97.55	21.82	318
SL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.68	4.06	637
TOTAL PERCENT	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-
TOTAL PIXELE	1690	583	985	297	318	499	359	1747	318	-	6536

## **Abstract**

The Upper Cheliff plain knows a very active spate-time dynamics of land use and land cover; We used GIS and remote sensing tools, to evaluate and quantify the progress of urbanization (construction and public works) at the expense of agricultural land from the 87th to the present day.

The supervised classification of satellite images allowed us to generalize this good discriminatory capacity to all surface states and to obtain 11 homogeneous classes corresponding to different land use units, mainly water, soil, soil vegetation and urbanization. Numerical analysis using satellite imagery has been of great benefit in detecting and inferring the evolution and progression of impervious surfaces due to urbanization and land-use change in the Upper Cheliff area by population growth and decay taking into account the socio-economic character of this region which favored the installation of urban framework and its spate-time evolution over four periods: 1987-1997-2007-2017.

**Key words:** Upper Cheliff; land use; dynamic; evolution; water-proofed; urbanization; remote sensing.

## ملخص

يشهد سهل شلف الاعلى ديناميكية مكانية زمانية نشطة جداً لاستخدام الأراضي النشطة. و قد استخدم نظم المعلومات الجغرافية وأدوات الاستشعار عن بعد، لتقييم وقياس التقدم المحرز في العمران (البناء والأشغال العامة) على حساب الأراضي الزراعية من سنوات 87 إلى يومنا هذا. التصنيف الموجه من صور الأقمار الصناعية سمح لنا بتوسيع نطاق هذه القدرة الجيدة لتمييز جميع ظروف السطح والحصول على 11 فئة متجانسة و المقابلة إلى وحدات استخدام الأراضي المختلفة، في المقام الأول، المياه، التربة، الغطاء النباتي والعمران.

لقد كان التحليل العددي باستخدام صور الأقمار الصناعية ذا فائدة كبيرة في استكشاف واستدلال على تطور وتقديم العمران بسبب التحضر وتغيير استخدام الأراضي في منطقة شلف العالي من خلال النمو السكاني مع الاخذ بعين الاعتبار الطابع الاجتماعي والاقتصادي في هذه المنطقة، التي فضلت تثبيت الامتداد العمراني و التطور المكاني و الزماني على مدى أربعة عقود: 2017-2007-1997-1987

**الكلمات المفتاحية:** شلف الاعلى؛ استخدام الأراضي؛ حيوية؛ تطور؛ غير نفوذة للماء؛ التحضر؛ الاستشعار عن بعد.