

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 الجيلالي بونعامة خميس مليانة
Université Djilali Bounâama de Khemis Miliana
كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre
Département des Sciences Biologique



Mémoire pour l'obtention du diplôme de master

**Evaluation de la diversité de l'occupation du sol dans
la plaine du haut Chélif à l'aide de la télédétection
optique**

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité: Protection des Ecosystèmes

Soutenu publiquement le : 08/07/2019

Par

M^{lle}. HALFAOUI Yasmine

M^{lle}. BOUHAIL Sarah

Devant le Jury :

Mme. Amina RICHA

Mr .Ibrahim YAHIAOUI

Mr .Ali AROUS

Mr. Athmane AMOKRANE

MCB UDBKM

MCB UDBKM

MAA UDBKM

MAA UDBKM

Présidente

Promoteur

Examineur

Examineur

Année universitaire : 2018/2019

Résumé

La plaine du Haut Chélif connaît une dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol, cette zone à vocation agricoles subit beaucoup de modifications par des interventions anthropiques comme les pratiques agricoles et l'extension de l'urbanisation, d'autre part la variation des facteurs climatiques et le régime pluviométrique agissent sur la couverture végétale et la pédologie de la plaine durant les deux dernières décennies (2000-2017). En utilisant une série chronologique de neuf scènes d'image satellitaire de type LANDSAT prise à différents mois (mars, mai et juillet) et durant trois années représentant les deux décennies (2000-2010 et 2010-2017). Les résultats de notre étude d'après l'analyse numérique à l'aide des données acquises et d'après la détection de changement montrent une variation saisonnière et décennale au niveau de la couverture végétale notamment les systèmes des cultures, tenant compte de l'influence remarquable des facteurs climatiques, ainsi que l'extension des zones urbaines pendant ces dix-sept ans qui n'a pas épargné les terres agricoles.

Mots clés : Haut-Cheliff, Occupation du sol, télédétection optique, détection de changement.

Remerciements

*Avant tout on remercie **ALLAH** tous puissant, de nous avoir guidé toutes ces années d'étude et de Nous avoir donné la volente la patiente, le courage pour terminer ce travail*

*On voudrait tout d'abord adresser toute nos gratitudes à notre promoteur ; à Monsieur **YAHIAOUI Ibrahim** Maître de conférences classe " B" à l'université de Khemis Miliana pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter nos réflexions*

*Nous tenons ainsi à remercier les membres de jury pour avoir accepté d'affecter un temps à ce modeste travail, Madame **RICHA Amina** maitre de conférences classe " B" a l'université de Khemis Miliana, pour avoir accepté de nous honoré par sa présence comme présidente de notre jury.*

*Nous remercions aussi monsieur **AMOKRANE Athmane** et monsieur **AROUS Ali** pour avoir accepté d'examiner notre travail on trouve ici l'expression de nos vifs remerciements pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre modeste travail et de l'enrichir par leurs propositions.*

*On ne saurait oublier nos remerciements infiniment à monsieur **BELOUAZNI Ahmed** pour la qualité de son enseignement, ses conseils et son intérêt incontestable qu'il porte à tous les étudiants.*

*On désire aussi remercier spécialement Monsieur **RATA Yacine** directeur de station d'observation national de l'environnement et de développement durable de Khemis Miliana qui Nous avoir acceptés en stage dans son aimable institution.*

*Nos remerciements vont aussi à Monsieur **MOHAMMED BELKEBIR Hamza** pour sa précieuse collaboration en nos fournissant des informations afin d'améliorer notre travail.*

Nous aimerons bien remercier tous les étudiants de notre promotion Protection des écosystèmes (2018-2019)

Enfin, nous tiendrons à présenter nos remerciements a ceux qui ont contribué de près ou de loin que ce soit physiquement ou moralement par leurs connaissances dans les différents domaines a la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance et de respect

A mon très cher père, aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour lui rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être ce travail est le fruit de ses sacrifices consentis pour mon éducation et ma formation le long de ces années.

Je souhaite de tout mon cœur que Dieu les garde près de moi.

A ma tendre mère, qui représente pour moi la source de tendresse et l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager, elle a fait plus qu'une mère puisse faire pour ses enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leurs études.

A mes chères sœurs Feriel et Safaa

A mon cher petit frère Ahmed Chakib

A mon binôme Sarah

A mes chères amies

A Tous ceux qui ont pensé à moi

YASMINE

Dédicace

*Du profond de mon cœur, je dédie ce modeste travail à
tous ceux qui me sont chère.*

A la mémoire de mon père

*Ce travail est dédié à mon père, décédé trop tôt, qui
m'a toujours poussé et motivé dans mes études.*

*J'espère que, du monde qui est sien maintenant, il
apprécie cet humble geste comme preuve de
reconnaissance de la part d'une fille qui a toujours prié
pour le salut de son âme, puisse dieu, le tout puissant,
l'avoir en sa sainte miséricorde.*

A ma chère mère

*Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te
remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta
bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a
toujours été ma source de force pour affronter les
différents obstacles.*

A mes très chers frères Mohamed Taj dîne et Farouk

A ma chère sœur Amina

*A mon financier, qui n'a pas cessé de me conseiller,
encourager et soutenir tout au long de mes études.*

Que dieu le protège.

*Sans oublier mon binôme **YASMINE** pour son soutien
moral, sa compréhension tout au long de ce projet.*

SARAH

Liste des abréviations

Liste des abréviations

Liste des abréviations

ANRH : Agence Nationale Des **R**essources **H**ydraulique.

BNEDER : **B**ureau **N**ational d'**E**tude pour le **D**éveloppement **R**ural.

DHW : **D**irection **H**ydraulique de **W**ilaya.

DSA : **D**irection **D**e **S**ervice **A**gricole.

EAC : Les **E**xploitations **A**gricoles **C**ollectives.

EAI : Les **E**xploitations **A**gricoles **I**ndividuelles.

EDS : **E**tat **D**e **S**urface.

ENVI : **E**nvironnement **F**or **V**isualisation **I**mage.

FAO : **O**rganisation **D**e **L'**alimentation **E**t **L'**agriculture.

GEOGLAM: **G**EO **G**lobal **A**gricultural **M**onitoring.

GLP: **G**lobal **L**and **P**rogramme.

GPS: **G**lobal **P**ositioning **S**ystem.

IPCC: **I**ntergovernmental **P**anel **O**n **C**limate **C**hange.

ITGC : **I**nstitut **T**echnique **D**es **G**randes **C**ultures.

NDVI: **N**ormalized **D**ifference **V**egetation **I**ndex.

SAT : **L**a **S**uperficie **A**gricole **T**otale.

SAU : **L**a **S**uperficie **A**gricole **U**tile.

TM : **T**hematic **M**apper

Liste des Figures

Liste des figures	page
Figure 1 : Variation de la signature spectrale en fonction du stade végétatif	06
Figure 2 : Localisation de la plaine du Haut Chélif.	11
Figure3 : Histogramme de la précipitation moyenne mensuelle (1987-2017)	13
Figure4 : Histogramme de la température moyenne mensuelle (1987-2017).	14
Figure5 : Diagramme Ombrothermique de Gaussen 1987-2017.	15
Figure6 : Carte pédologique du Haut Cheliff	19
Figure7 : Carte géologique schématique vectorisé de la plaine de Haut Cheliff	20
Figure8 : Carte d'occupation du sol du périmètre du Haut Cheliff.	21
Figure 9 : Organigramme de la démarche méthodologique.	29
Figure 10 : Les superficies en hectare pour les trois saisons 2000.	32
Figure11 : Classification supervisée des trois images LANDSAT TM5 2000.	33
Figure 12 : Les superficies en hectare pour les trois saisons 2010.	34
Figure13 : Classification supervisée des trois images LANDSAT TM5 2010.	36
Figure 14 : Les superficies en hectare pour les trois saisons 2017.	38
Figure15 : Classification supervisée des trois images LANDSAT OLI8 2017.	39
Figure 16 : Evolution d'indice de végétation NDVI des classes durant (a) 2000, (b) 2010 et (c) 2017.	42
Figure 17 : Evolution d'indice de Brillance IBC ² des classe durant (a) 2000 (b) 2010 (c) 2017.	43
Figure 18 : Evolution d'indice de l'humidité normalisée des classe durant (a) 2000, (b) 2010 et(c) 2017.	45

Liste des Tableaux

<u>Liste des tableaux</u>	Page
Tableau01 : Les longueurs d'onde des principales régions spectrales de la télédétection optique (source : Toumi, 2013) (in Yahiaoui.I.2016)	03
Tableau 02 : Moyennes mensuelles des précipitations de la station météorologique de l'ITGC de Khemis-Miliana entre (1987-2017)	12
Tableau 03 : Moyennes mensuelles des températures de la station météorologique de l'ANRH de Khemis-Miliana entre (1987-2017).	13
Tableau 04 : Le calcul de l'indice de Martonne	16
Tableau 05 : Les limites de climat d'après l'indice de Martonne.	16
Tableau 06 : Caractéristiques des images utilisées.	24
Tableau 07 : la trichromie adopté selon les types des scènes satellitaires	26
Tableau 08 : Coefficient kappa des images Landsat utilisées	40
Tableau 09 : statistique du changement entre les images mars 2000 et mai 2000	46
Tableau10 : statistique du changement entre les images mai 2000 et juillet 2000	46
Tableau 11 : statistique du changement entre les images mars 2000 et juillet 2000	47
Tableau 12 : statistique du changement entre les images mars 2010 et mai 2010.	47
Tableau 13 : statistique de changement entre les images mai et juillet 2010	47
Tableau 14 : statistique de changement entre les images mars et juillet 2010	48
Tableau 15 : statistique de changement entre les images mars et mai 2017	48
Tableau 16 : statistique de changement entre les images mai et juillet 2017	48
Tableau 17 : statistique de changement entre les images mars et juillet 2017	49
Tableau 18 : statistique de changement entre les images mars 2000 et 2010	49
Tableau 19 : statistique de changement entre les images mai 2000 et 2010	50

Liste des tableaux

Tableau 20 : statistique de changement entre les images juillet 2000 et 2010	50
Tableau 21 : statistique de changement entre les images mars 2010 et 2017	51
Tableau 22 : statistique de changement entre les images mai 2010 et 2017	51
Tableau 23 : statistique de changement entre les images juillet 2010 et 2017	51
Tableau 24 : statistique de détection de changement entre les images mars 2000 et 2017	52
Tableau 25 : statistique de détection de changement entre les images mai 2000 et 2017	52
Tableau 26 : statistique de détection de changement entre les images juillet 2000 et 2017	52

Table des matières

Résumé

Remerciements

Dédicaces

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Table des matières

Introduction01

CHAPITRE I : Aperçu Bibliographique

La télédétection optique.....02

I.1.1.Définition02

I.1.2. Intérêt et domaine d’application02

I.1.3.principe de télédétection optique02

I.1.4.Caractéristiques des données de télédétection dans le domaine optique03

I.1.5.définition des états de surface.....03

I.1.6. La télédétection des composantes des états de surface04

I.1.6.1La notion de Signature spectrale.....04

I.1.6.2.Comportement spectral des composantes des états de surface.....04

I.1.6.2.1.Le sol04

I.1.6.2.2. L’eau.....05

I.1.6.2.3.La végétation05

I.1.7. Détection passive et active06

I.2.La cartographie de l’occupation du sol.....06

I.2.1.Définition des cartes de l’occupation du sol06

I.2.1.1. Importance et l’intérêt des cartes de l’occupation du sol07

I.3.Occupation et utilisation des sols07

I.3.1.Définition de l’occupation du sol07

I.3.2.l’utilisation des sols08

I.3.3Importance des données sur l’occupation du sol08

I.3.4 Évolution de l’occupation et l’utilisation du sol09

I.3.4.1 La conversion09

I.3.4.2La modification09

I.4.Principaux indices de végétation10

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

II. Présentation de la zone d'étude	11
II.1. Localisation géographique	11
II.2. Contexte climatique	12
II .2.1. Les caractéristiques du Climat	12
II .2.1.1. Les précipitations	12
II .2.1.2. Les températures	13
II.2.1.3. Diagramme Ombrothermique de Bagnoles et Gausson	14
II.2.1.4. Indice d'aridité de De Martonne (1927)	15
II.2.1.5. Le Vent.....	16
II .3. La topographie et relief de la plaine	17
II .4. Ressources en eaux	17
II .4.1. Les ressources en eaux superficielles	17
II.4.2. Eaux souterraine.....	18
II .5. Contexte Pédologique	18
II.5.1. Les sols des bordures des plaines	18
II.5.2. Les sols de la plaine	18
II.6. Contexte géologique.....	19
II.7. L'occupation du sol.....	20
II.7.1. L'agriculture dans les plaines du Haut Cheliff.....	20
II.7.2. Les productions végétales	21
II.7.3. Nature juridique des exploitations agricoles	21
II.7.4. Urbanisation et démographie.....	22

CHAPITRE III : MATERIELE ET METHODE

III. Matériels et Méthodes.....	23
III.1. Objectifs à atteindre	23
III.2. Reconnaissance sur le terrain.....	23
III.3. Les données utilisées	23
III.4. Les logiciels utilisés.....	23
III.5. Les images utilisées	24
III.5.1. Acquisition des images utilisées	24
III.5.2. Composition colorée en trichromie RVB.....	24
III.5.3. Traitement des images satellitaires	24
III.5.3.1. Classification des images satellitaires	25
III.5.3.2. Classification supervisé	25

III.5.3.3.Algorithmes de classification.....	26
III.5.3.4.Évaluation des résultats de la classification	27
III.5.3.5.Estimation de surfaces	27
III.6. Calcul des indices	27
III.6.1. Les indice de végétation.....	27
III.6.2. Les indice de sol	28
III.7.Détection des changements.....	28

CHAPITRE IV : RESULTAS ET DISSCUSSIONS

IV. Résultats et Discussions.....	30
IV.1. Analyse visuelle des images satellitaires utilisées	30
IV.1.1.Classification supervisée des images	30
IV.1.1.1.Détermination des classes.....	30
IV.2. Résultats de la classification supervisée	31
IV.2.1.Image satellitaire LANDSAT 2000	31
IV.2.2.1. Superficie des classes	32
IV.2.2.Image satellitaire LANDSAT 2010	34
IV.2.2.1. Superficie des classes	34
IV.2.3.Image satellitaire LANDSAT 2017	37
IV.2.3.1. Superficie des classes	37
IV.3. Pertinence de la classification supervisée	40
IV.4. Analyse spectrales des classes	41
IV.4.1. Calcul des indices	41
IV.4.1.1. Indices de végétation	41
IV.4.1.2. Indice des sols.....	42
IV.4.1.3. Indice de l'humidité normalisée	44
IV.5. Détection du changement (Change Detection)	45
IV.5.1. La détection de changement saisonnière.....	46
IV.5.1.1.Les résultats de la détection de changement saisonnière 2000.....	46
IV.5.1.2.Les résultats de détection de changement saisonnière 2010	47
IV.5.1.3.Les résultats de la détection de changement saisonnière pour 2017	48
IV.5.2.1.Les résultats de détection de changement décadaire entre 2000 et 2010.	49
V.5.2.2.Les résultats de détection de changement décadaire entre 2010 et 2017.....	51

IV.5.2.3.Les résultats de détection de changement décadaire entre 2000 et 2017	52
IV. 6. Discussion générale	53
Conclusion	54

Références bibliographiques

Annexes

Abstract

ملخص

Introduction

Introduction

Introduction

Depuis plusieurs décennies, l'observation de la Terre permet de mieux comprendre notre planète. Au cœur des enjeux sur les changements globaux, la caractérisation des dynamiques liées aux transformations des surfaces continentales consommation des surfaces agricoles, déforestation ou encore étalement urbain est essentielle.

Dans ce contexte, la télédétection spatiale offre la possibilité de cartographier fréquemment l'ensemble de la planète. Plus spécifiquement, les images issues des acquisitions satellitaires permettent de produire des cartes qui donnent une représentation graphique relative aux surfaces terrestres comme l'occupation des sols. (Pelletier, 2017)

L'identification de l'occupation du sol établit la ligne de base à partir de laquelle des activités de suivi (et de détection) des changements peuvent être effectuées, et fournir des informations préliminaires sur la dynamique spatiotemporelle de cette occupation (Yahiaoui, 2011).

Dans la plaine du Haut Chélif, l'occupation des sols a connue une dynamique très variable sous l'action anthropique et les changements des facteurs climatiques (le déficit pluviométrique) et pédologique (les pratiques agricoles), ces facteurs provoquent une dégradation du milieu physique. Cette dégradation apparait par un changement rapide de la carte d'occupation du sol et cela est notre but d'étude qui porte sur la détection des changements saisonnière en utilisant la comparaison entre trois saisons distinctes et décadaire dans la plaine durant dix-sept ans.

Dans ce cadre, ce mémoire est structuré par les chapitres suivants :

- Dans le premier chapitre, un aperçu bibliographique ;
- Le deuxième chapitre est consacré à la présentation du milieu physique de la zone d'étude ;
- Le troisième chapitre on pose la problématique visée avec les grands objectifs soulignés et on explique la démarche méthodologique adoptée dans ce travail ;
- Le quatrième chapitre répond à la problématique posée par une analyse et une interprétation des résultats de cette étude.

Chapitre I

Aperçu bibliographique

I.1. La télédétection optique

I.1.1. Définition

Pris au sens littéral du mot, la télédétection signifie l'action d'acquérir des informations à distance sur un objet ou un phénomène sans que le détecteur ne soit en contact avec l'objet étudié.

Selon Bonn et Rochon 1992, « la télédétection est une discipline scientifique qui regroupe l'ensemble des connaissances et des techniques utilisées pour l'observation, l'analyse l'interprétation et la gestion de l'environnement à partir de mesures et d'images obtenues à l'aide de plates-formes aéroportées spatiales terrestres ou maritimes. Comme son nom l'indique, elle suppose l'acquisition d'information à distance sans contact direct avec l'objet détecté. » (Yahiaoui.I, 2016).

I.1.2. Intérêt et domaine d'application

En pratique la télédétection peut être utilisée pour faire des inventaires tels que la cartographie de l'occupation du sol, repérage du feu, ou bien Modélisation/Simulation la déforestation, changement de climats, et aussi dans l'aménagement de la circulation routière et les services d'intervention et de secours. (Peduzzi, 2009).

I.1.3. principe de télédétection optique

La propagation de l'énergie dans l'espace et ses interactions avec la matière provient d'un ensemble d'onde transversales indissociables du spectre optique (Caloz, 1992 ; Provencher et Dubois, 2003). Les longueurs d'onde de principale région spectrale utilisées pour la télédétection sont énumérées dans le tableau 1

Selon Maini et Agrawal (2007) la télédétection optique utilise la partie visible et le proche infrarouge du spectre. Le rayonnement électromagnétique se caractérise principalement par : Le temps ou la période effectue une oscillation complète ; La réflectance (ρ) et l'inverse de la période ($1/T$). La longueur d'onde (λ) qui est la distance entre deux points homologues sur l'onde, la vitesse (V) de propagation de l'onde dans l'espace, dans le vide, et à peu de chose près dans l'air, cette vitesse est : $C=300.103 \text{ Km/s}$ (Benguerai, 2011) in (Yahiaoui.I,2016).

Tableau01 : Les longueurs d'onde des principales régions spectrales de la télédétection optique (source : Toumi, 2013) (in Yahiaoui.I.2016)

Spectre de lumière	Longueur d'onde
Lumière visible (VIS)	0.4-0.7µm
Bleu (B)	0.4-0.5 µm
Vert (V)	0.5-0.6 µm
Rouge (R)	0.6-0.7 µm
Infrarouge photographique visible	0.5-0.9 µm
Infrarouge réfléchi (IR)	0.7-3.0 µm
Proche infrarouge (NIR)	0.7-1.3 µm
Infrarouge d'ondes courtes (SWIR)	1.3-3.0 µm
Infrarouge thermique (TIR)	3-5 µm
Micro-onde	0.1-100 µm

I.1.4.Caractéristiques des données de télédétection dans le domaine optique

Les données de télédétection optiques sont couramment utilisées pour identifier et caractériser les écosystèmes (Kerr and Ostrovsky 2003), car elles fournissent des informations intéressantes sur l'occupation et l'utilisation des terres, et permettent d'identifier et de caractériser différents éléments du paysage à différentes échelles, telles que les haies bocagères (Vannier and Hubert-Moy, 2010), les zones humides (Töyrä and Pietroniro 2005) ou encore les cultures (Murakami et al. 2001).

I.1.5.définition des états de surface

Un état de surface de sol est défini par « la composition et l'organisation de la surface du sol a un instant donné » (Escadafal, 1989), de fait que la caractérisation de la surface des sols par observation sur le terrain est limitée dans le temps et dans l'espace.

Escadafal, 1989 le caractérise avec les paramètres suivants : couleur, texture, effervescences, éléments grossiers du sol, matière organiques animales et végétales. En effet, un état de surface est un ensemble complexe constitué de divers éléments du sol qui sont exposés aux soleils ou à l'ombre et plus au moins couverts par la végétation (Girard&Girard, 1999).

I.1.6. La télédétection des composantes des états de surface**I.1.6.1. La notion de Signature spectrale**

Chaque matériel présent sur terre absorbe, transmet ou reflète une certaine quantité de radiations solaires. Cette quantité varie suivant la longueur d'onde. Cette importante propriété rend possible l'identification de différentes substances ou classes. Les dispositifs de télédétection qui mesurent cette énergie sont des capteurs passifs (Robert, 2000).

I.1.6.2. Comportement spectral des composantes des états de surface

Le comportement spectral des composantes des objets est une voie privilégiée pour analyser et interpréter les images de télédétection (Girard&Girard, 1999). Les objets pouvant être traités par télédétection sont diverses.

I.1.6.2.1. Le sol

Les propriétés optiques du sol dépendent de sa composition minérale, de la teneur en eau et en matière organique et de la rugosité de surface. Les effets de la rugosité sont très importants dans toutes les bandes spectrales allant du visible à l'infrarouge thermique. Plus les particules d'un sol donné sont fines, plus la réflectance est élevée. Une structure grossière du sol, suite à des travaux agricoles tels que les labours et les hersages, se traduit par des aspérités importantes qui accentuent la diffusion et génèrent des zones d'ombre. Concernant la teneur en eau, plus le sol est sec, plus sa réflectance est importante. La diminution de la teneur en eau du sol affecte de manière similaire toutes les bandes spectrales.

Etant donné que la teneur en eau est, à la fois, très variable et déterminante dans le comportement optique des sols, certains auteurs (Baret, 1986) définissent un type de sol donné par une droite, dite droite du sol, mettant en relation sa réflectance dans le proche infrarouge et le rouge. Cette droite permet de caractériser les propriétés optiques du sol dans ces deux bandes, indépendamment de sa teneur en eau. (Soudani, 2005).

I.1.6.2.2. L'eau

Pour l'eau, les données de la télédétection peuvent être fournies soit sous forme d'information directe (eau de surface) soit sous forme indirecte par la caractérisation des paramètres qui lui sont liés (Douaoui, 2005)

De fait que les surfaces en eau absorbent la quasi-totalité du rayonnement qu'elles reçoivent, la réflectance est faible dans les longueurs d'onde du bleu/vert, très faible dans le rouge et le proche infrarouge (Gay, 1999).

Le comportement spectral de l'eau est en fonction des molécules d'eau mais aussi des constituants dissous ou en suspension (particules, algues, matière organique...), ainsi que de l'état de rugosité de sa surface (Girard&Girard, 1999). Les irrégularités de la surface de l'eau, la concentration en sédiments, en algues affectent fortement les propriétés optiques de l'eau.

Par exemples, la matière en suspension fait augmenter la réflectance de l'eau dans l'orange-rouge. La présence de la matière chlorophyllienne fait augmenter la réflectance de l'eau dans le vert. Ces différents facteurs sont à l'origine des fortes variations de la couleur de l'eau (Soudani, 2005).

I.1.6.2.3. La végétation

Le type et l'état physiologique des plantes, les organes qu'elles comportent notamment les feuilles et leur mode d'arrangement conditionnent les propriétés optiques des couverts végétaux à différents seuils (Guyot, 1989). La réflectance d'un couvert végétal varie en fonction des propriétés d'absorption et de diffusion de ses feuilles et de son architecture. (Guyot, 1995). Elle varie aussi selon la forme, la dimension, la distribution dans l'espace et la quantité des surfaces végétales du couvert. La distribution spatiale de la végétation sur le sol dépend du type de végétation, de la disposition des plantes (écartement et orientation des rangs) et de leur stade de croissance et la nature de surface

La croissance d'une plante s'accompagne généralement depuis sa maturation à sa sénescence avec des changements d'ordre physiologiques qui peuvent être naturels (stade phénologique) ou liés au stress. Ces modifications ont une forte influence sur la signature spectrale du végétal (fig.1). À l'arrivée de l'automne par exemple, l'action photosynthétique des plantes diminue significativement suite à la disparition des pigments chlorophylliens qui laissent aux autres pigments foliaires le soin d'exprimer leurs couleurs (Yahiaoui, I., 2016)

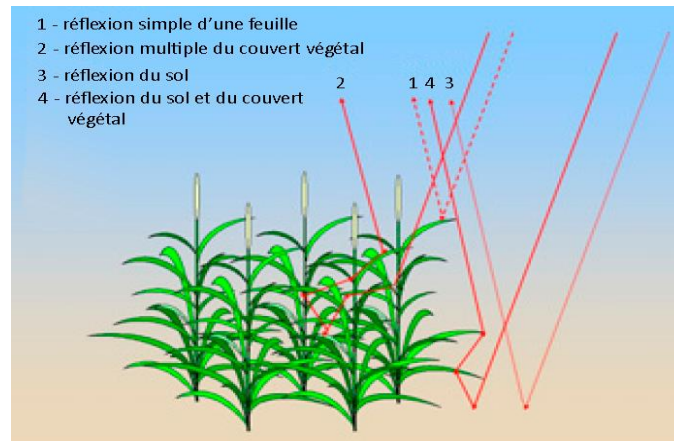


Figure1 : Variation de la signature spectrale en fonction du stade végétatif (source : <http://e-cours.univ-paris1.fr>)

I.1.7. Détection passive et active

L'énergie du soleil est soit réfléchi (la portion visible) ou absorbée et retransmise (infrarouge thermique) par la cible. Des capteurs passifs qui mesurent l'énergie disponible naturellement ces capteurs peuvent seulement percevoir l'énergie réfléchi lorsque le Soleil illumine la terre. Un capteur actif produit sa propre énergie pour illuminer la cible, il dégage un rayonnement électromagnétique qui est dirigé vers la cible. Le rayonnement réfléchi par la cible est alors perçu et mesuré par le capteur (CCT, 2008).

I.2. La cartographie de l'occupation du sol

I.2.1. Définition des cartes de l'occupation du sol

Les cartes décrivant l'occupation des sols sont de puissants outils scientifiques et décisionnels.

Elles sont utilisées dans des travaux de recherche comme entrée des systèmes de modélisation des cycles de l'eau et du carbone ou encore pour les bilans d'énergie (Claverie et al, 2012 ; Houghton et al, 2012). Elles servent également pour des applications opérationnelles, notamment pour le suivi des changements globaux, et de supports pour appliquer les consignes et recommandations des politiques publiques qui nécessitent une connaissance précise des territoires (Feddemma et al, 2005 ; IPCC, 2014 ; Pielke, 2005)

I.2.1.1. Importance et l'intérêt des cartes de l'occupation du sol

L'importance de ces cartes a donc conduit à l'émergence de plusieurs initiatives visant à produire des cartes d'occupation des sols et de changements d'occupation des sols. Au niveau international, le projet Global Land Programme (GLP) mené par Future Earth a par exemple pour objectif de caractériser les changements d'occupation des sols, mais aussi de favoriser l'émergence d'une communauté et de produits accessibles à un plus grand nombre. Les cartes d'occupation des sols sont aussi un outil clé pour le suivi des cultures à grande échelle (Inglada et al.2015 ; Valero et al. 2016), qui est utile dans le cadre de la sécurité alimentaire. Par exemple, le projet GEO Global Agricultural Monitoring (GEOGLAM) créé en 2001 vise à fournir de façon opérationnelle des prédictions de récolte aux échelles nationale et mondiale à partir de ces cartes (Whitcraft et al. 2015).

I.3.Occupation et utilisation des sols

I.3.1.Définition de l'occupation du sol

L'occupation des sols ou la couverture des sols (*land cover* en anglais) décrit la couverture biophysique de la surface des terres émergées (FAO, 1998) ; c'est-à-dire ce qui recouvre le sol. Elle distingue plusieurs catégories biophysiques, les zones de végétation (arbres, buissons, champs, pelouses), les sols nus (même s'il s'agit d'un manque de couverture), les surfaces dures (roches, bâtiments), les surfaces humides et les plans d'eau (nappes et cours d'eau, zones inondables).

Cette description a des répercussions sur les systèmes de classification, de collecte des données et les systèmes d'information en général. L'occupation des sols est « observée », c'est-à-dire scrutée par différentes « sources d'observation » situées à plus ou moins grande distance de la surface terrestre : l'œil humain, les photographies aériennes, les sondes

satellites. (Office des publications officielles des Communautés européennes : Manuel des concepts relatifs aux systèmes d'information sur l'occupation et l'utilisation des sols, 2001).

I.3.2. Utilisation des sols

L'utilisation des sols recoupe plusieurs approches, avec deux « écoles » principales. La dimension fonctionnelle renvoie à la description des zones selon leur finalité socio-économique : superficies à vocation résidentielle, industrielle ou commerciale, agricole ou forestière, destinées aux loisirs ou à la préservation, etc.

Des liens avec l'occupation peuvent être établis ; il est possible de déduire l'utilisation d'un sol à partir de son occupation, et inversement. Mais les situations sont souvent compliquées et le lien n'est pas toujours évident.

L'approche séquentielle a été surtout développée pour les statistiques agricoles. Elle englobe une série d'opérations humaines visant à tirer des produits et/ou des bénéfices des ressources du sol. Exemple : une séquence d'opérations telles que le labourage, l'ensemencement, les traitements herbicides et fertilisants, et la récolte (MÜCHER et al. 1993).

I.3.3 Importance des données sur l'occupation du sol

Les classes d'occupation et d'utilisation des sols sont des unités analytiques qui permettent d'établir un premier lien quantitatif entre les activités humaines, leurs répercussions sur l'environnement, et la dimension géographique (spatiale).

Les informations concernant l'évolution de l'occupation/utilisation des sols intègrent la dimension temporelle. Ces données présentent un intérêt majeur pour les décideurs qui évaluent les décisions touchant à la terre et pour la communauté scientifique qui découvre les causes sous-jacentes et les conséquences. Ces informations prennent ainsi une dimension beaucoup plus intéressante à travers l'analyse, l'identification et la description du processus en cours. (Office des publications officielles des Communautés européennes : Manuel des concepts relatifs aux systèmes d'information sur l'occupation et l'utilisation des sols, 2001). In (SITAYEB .A ; HAMADENE. I, 2018)

I.3.4 Évolution de l'occupation et l'utilisation du sol

En règle générale, les évolutions de l'occupation et l'utilisation des sols sont réparties en deux grandes catégories : la conversion et la modification (Stott et Haines-Young, 1996) :

I.3.4.1 La conversion

Fait référence au passage de l'une des classes d'occupation ou d'utilisation à une autre (exemple : de la forêt aux prairies et pelouses).

I.3.4.2 La modification

Représente une évolution à l'intérieur d'une classe (exemple : d'une zone de culture en sec à une culture irriguée) suite à des changements affectant ses attributs physiques ou fonctionnels.

Les informations purement relatives à l'occupation et à l'utilisation des sols prennent une dimension beaucoup plus intéressante à travers l'analyse, l'identification et la description du processus en cours. Les évolutions permettent de déduire certains processus, qui peuvent aussi servir de simples indicateurs, parmi lesquels :

- **Intensification** Flux représentant le passage d'une faible intensité d'occupation ou d'utilisation des sols à une plus forte (exemple : d'un milieu semi-naturel à une terre arable).
- **Extensification** Flux représentant le passage d'une forte intensité d'occupation ou d'utilisation des sols à une plus faible (exemple : d'une pâture aménagée à un milieu semi-naturel).
- **Boisement** Flux représentant la plantation ou la régénération naturelle d'arbres.
- **Déboisement** Flux représentant l'abattage des arbres.
- **Développement** Flux impliquant la transformation d'un espace ouvert en un milieu à vocation urbaine, industrielle ou de transport.
- **Réhabilitation** Flux impliquant la création d'un espace ouvert dans des zones précédemment développées (exemple : réhabilitation d'une exploitation minière)

I.4.Principaux indices de végétation

De très nombreux indices de végétation ont été construits et utilisés depuis maintenant une quarantaine d'années (Bannari et al, 1995).

Les indices de végétation constituent une approche empirique pour identifier et suivre l'évolution temporelle des couverts végétaux. Ils sont calculés à partir des mesures de réflectance sur le terrain ou de comptes numériques de la végétation, les effets de stress, l'évaporation de la végétation, et certains paramètres du couvert comme la biomasse aérienne chlorophyllienne. Ce qui a donné lieu à l'élaboration de diverses formules avec des coefficients de pondération (Girard & Girard, 1999) in (Amokrane, 2010).

La complexité structurale des couverts et la multitude des facteurs externes perturbateurs (géométrie de visée et élévation solaire, effets atmosphériques et propriétés optiques du sol) sont à l'origine de la multiplicité des indices (Baret & Guyot, 1991 ; Douaoui, et al, 2006).

L'indice de végétation le plus connu et le plus utilisé est l'indice par différence normalisé ou indice de Tucher (NDVI en anglais) (Rouse et Haas, 1973 ; Tucker, 1979).

Cet indice reste incontestablement pour la bonne corrélation qu'il présente avec la densité de la végétation au sol. Ainsi en phase de développement d'un couvert, la biomasse et les quantités de pigments augmentent, ce qui entraîne une hausse dans le proche infrarouge et une baisse dans le rouge. L'inverse se produit en fin de cycle végétatif (Deshayes et Maurel, 1990). In (Amokrane 2010).Son expression est la suivante :

$$\text{NDVI} = (\text{PIR} - \text{R}) / (\text{PIR} + \text{R}) \text{ dont les valeurs sont variant entre } -1 \text{ et } +1$$

Chapitre II

Présentation de la zone

D'étude

II. Présentation de la zone d'étude

II.1. Localisation géographique

Situé dans la wilaya d'Ain-Defla, le haut Cheliff est l'un des trois périmètres de la vallée du Cheliff. Il s'étend le long de la vallée de l'Oued Cheliff et se situe à 40 km environ de la mer à vol d'oiseau, entre 1°30' et 2°40' longitude Est et 36°15' de latitude Nord et à une altitude moyenne de 300m (Khadraoui, 1984)

Avec une superficie de 37 000 ha. Ce périmètre est limité par : le massif de l'Ouarsenis au Sud, le massif de Dahra au Nord, le moyen Cheliff à l'Ouest et les piémonts de Djendel à l'Est.

La plaine du Haut Cheliff est divisée en deux plaines séparées par le massif de Doui : la plaine de Khemis-Miliana d'une superficie de 22300 ha est la plus importante, et la plaine d'El-Arma-el-Abadia, plus étroite et ne représente que 14700 ha (Legoupil, 1974).

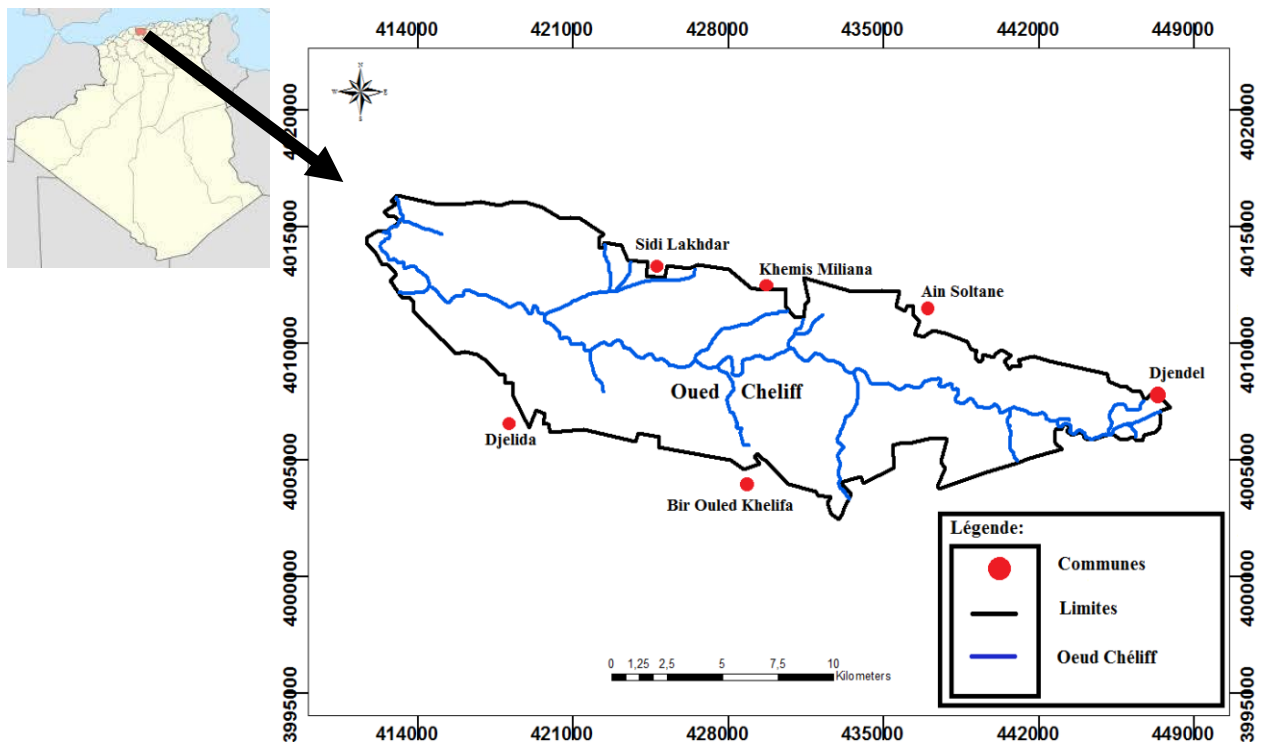


Figure 2 : Localisation de la plaine du Haut Chélif.

II.2.Contexte climatique

II .2.1. Les caractéristiques du Climat

Le climat du Haut Cheliff est de type méditerranéen avec un caractère de continentalité marqué par un été chaud et sec, un hiver froid et assez pluvieux, un printemps écourté (avril-mai), un automne très bref en octobre (Legoupil, 1974).

II .2.1.1. Les précipitations

Les précipitations constituent un facteur climatique important à cause de leur influence sur la répartition des espèces végétales.

La répartition des précipitations permet aux agriculteurs d'orienter leurs pratiques en fonction de la pluie saisonnière (Rainey, 1977), notamment pour les cultures qui dépendent forcément des eaux de pluie.

Les données climatiques disponibles pour notre zone d'étude sont prélevées au niveau de l'ITGC pour une durée de trente ans depuis 1987 jusqu'à 2017.

Tableau02 : Moyennes mensuelles des précipitations de la station météorologique de l'ITGC de Khemis-Miliana entre (1987-2017)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P(mm)	59,51	55,29	52,24	39,07	25,31	10,08	3,10	6,25	21,14	32,43	52,72	54,94

(Source : ITGC, 2019)

Dans la plaine du Haut Chéiff, les pluies qui tombent sont caractérisées par un régime irrégulier suivant les mois et les années (ANRH, 2005).

D'après la figure 6, le mois le plus pluvieux est Janvier avec une hauteur pluviométrique atteignant 59.51mm, tandis que le mois le plus sec a été marqué en Juillet avec seulement 3.10mm.

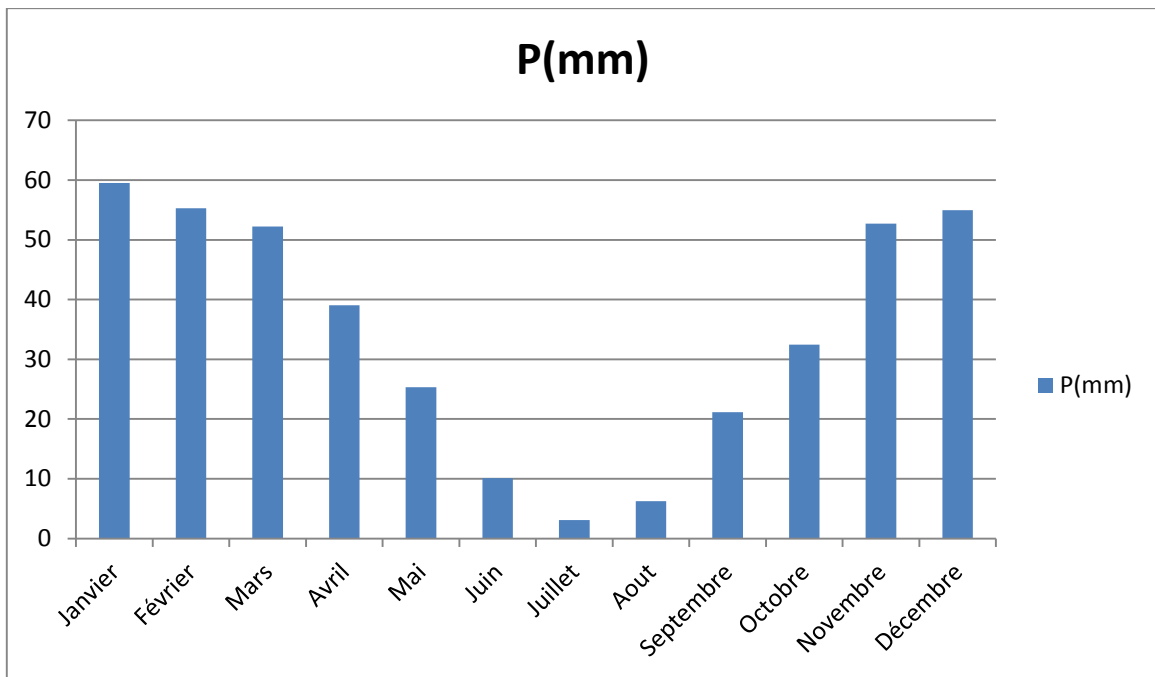


Figure3 : Histogramme de la précipitation moyenne mensuelle (1987-2017).

II .2.1.2.Les températures :

La température constitue un facteur climatique d'importance majeure agissant sur le comportement des végétaux. Dans cette partie on va traiter les températures moyennes mensuelles enregistrées au niveau de l'ANRH de Khemis Miliana

Le tableau 3 exprime les moyennes mensuelles de températures sur la période de 1987 à 2017.

Tableau03 : Moyennes mensuelles des températures de la station météorologique de l'ANRH de Khemis-Miliana entre (1987-2017).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T(c °)	9,91	10,72	13,3	15,57	19,83	25,52	29,55	29,37	24,68	20,58	14,66	11,29

(Source : ANRH, 2018)

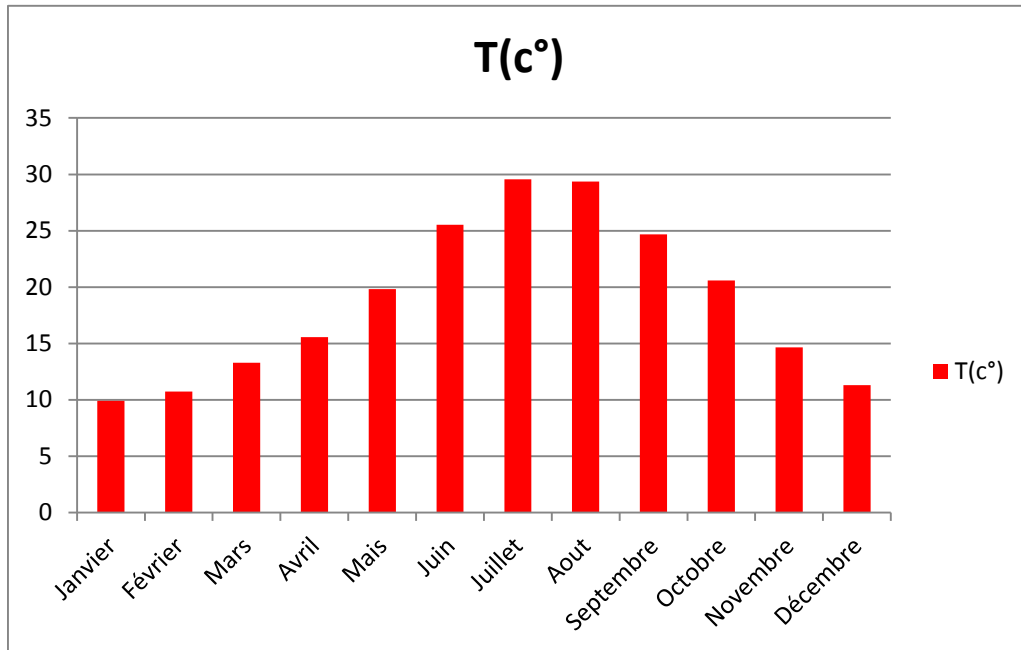


Figure4 : Histogramme de la température moyenne mensuelle (1987-2017).

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

- Un pôle froid allant du mois de Décembre au mois d'Mars ou la température 11.30°C dans la station de Khemis Miliana.
- Un pôle chaud allant du mois d'Avril au mois de Novembre ou la température atteint 25.68°C dans la station de Khemis Miliana.

Pour les températures moyennes mensuelles minimales on constate une température minimale extrême de 9.91°C est enregistré au mois de janvier.

Pour les températures moyennes mensuelles maximales on constate que la température maximale extrême de 29.55°C est enregistré au mois de juillet.

II.2.1.3. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson

Le Diagramme Ombrothermique de Gausson (1953) ou le diagramme pluviométrique de Gausson 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 (figure8).

Bagnouls et Gausson (1953) ont caractérisé un mois sec par la relation $P \leq 2T$, avec :

P : moyenne mensuelle des précipitations en (mm)

T : moyenne mensuelle des températures en (°C) avec $T = (M+m)/2$.

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

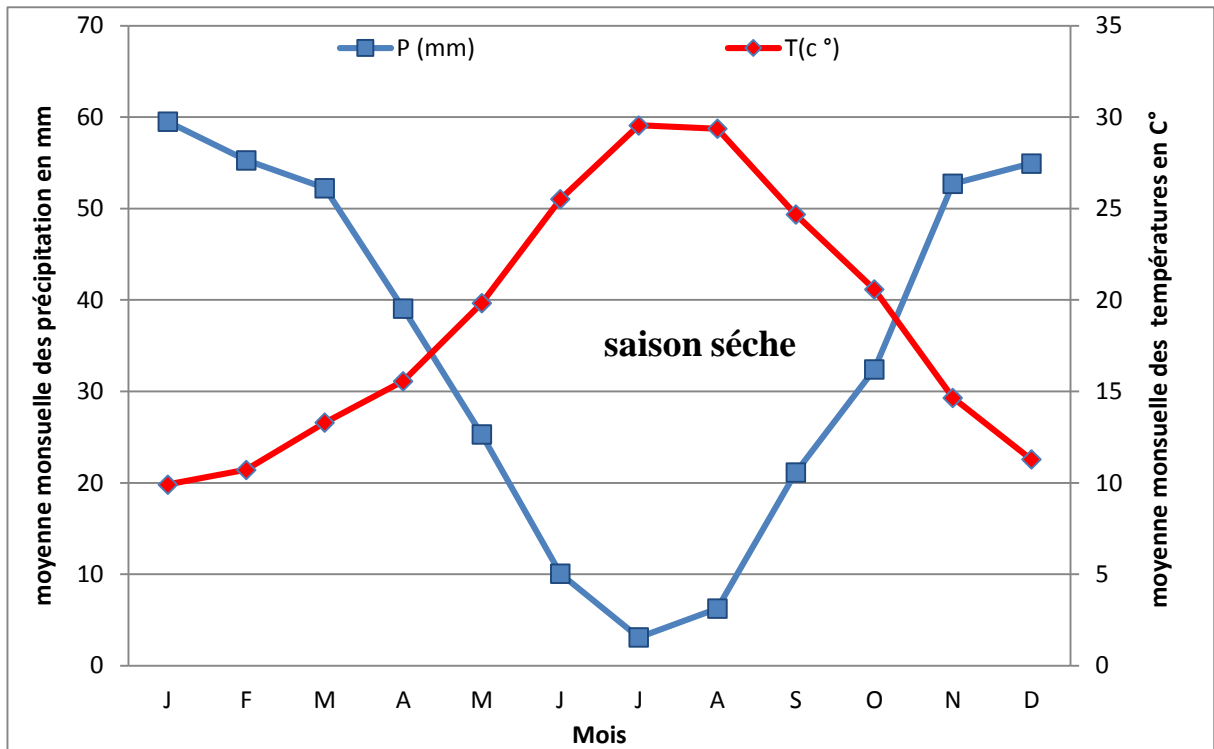


Figure 5 : Diagramme Ombrothermique de Gaussen 1987-2017(Haut Chélif).

D'après les résultats de Diagramme Ombrothermique de Gaussen et Bagnouls de la région du Haut Chélif entre 1987 et 2017, on remarque une longue période de sécheresse. Elle s'étale sur six mois allant du mois d'avril au mois d'octobre.

II.2.1.4. Indice d'aridité de 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 :

$$IA = P / T + 10..... (1)$$

Avec :

IA : Indice climatique de Martonne.

P : Précipitation moyenne annuelle (mm).

T : Température moyenne annuelle (°C).

Selon les données précédentes qui concernent la plaine du Haut Chélif les résultats sont présentés dans le tableau04.

Tableau04 : Le calcul de l'indice de Martonne

Paramètre	Température moyenne annuelle(C°)	Précipitation moyenne annuelle (mm)	Indice d'aridité De Martonne
Khemis-Miliana	19.20	412.14	14.11

Tableau 05 : 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.

II.2.1.5.Le Vent :

La plaine ayant une orientation E-W, les vents les plus fréquents et les plus puissants seront liés à cette direction. En hiver les vents dominants sont de direction Ouest ; d'influence maritime, c'est un vent humide en été les vents dominants sont de direction Est, leurs vitesse varie de 0.5 à 2.5 m/s en moyenne. Le maximum des forces des vents se situé au cours de la période estivale, et le minimum se situe en hiver. (ONM, 2017)

II .3. La topographie et relief de la plaine

Au centre se trouve une plaine sous forme de cuvette qui reste compartimentée entre les deux reliefs infranchissables (l'OUARSNIS et le DAHRA-ZACCAR). Il s'agit de la plaine du Haut Cheliff et fait en moyenne 10.23 km de large sur 36.7km de long et s'étend le long du territoire de la wilaya d'est en ouest.

La wilaya d'Ain Defla est une wilaya montagneuse qui fait partie intégrante de la région du Tell, elle présente une topographie assez accidentée et un réseau hydrographique dense et éparpillé. Elle est formée par la chaîne du DAHRA- ZACCAR au nord qui culmine respectivement à 1417m et 1579 m d'altitude ; la plaine du haut CHELLIF avec le massif isolé de Doui (1025 m) au centre et l'Ouarsenis au Sud avec des pics allant jusqu'à plus 1700m d'altitude. La moitié des terrains de la wilaya est située sur la classe des pentes supérieure à 25 % suivi par ceux ayant une pente comprise entre 12 et 25 %.

II .4. Ressources en eaux

II .4.1. 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 Chéiff. 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 inféro-flux en relation avec la nappe alluviale. En aval, il rejoint, plus en aval, l'oued Cheliff. (Nefidsa. K ; 2013).

II.4.2.Eaux souterraine

Les ressources souterraines comprises dans 1342 forages avec un débit moyen 12 l/s par unité, et 2119 Puits avec un débit moyens 1.5 l/s par unité (DSA, 2016).

II .5. Contexte Pédologique

Selon Bolaine (1957) et les études agro-pédologiques établies par (BNEDER ,1990), deux grandes divisions des sols peuvent être distinguées dans la plaine du Haut Chélif :

II.5.1. Les sols des bordures de la plaine

Ces sols sont formés par des associations suivantes :

- Association des sols à carapace calcaire ;
- Association des sols décalcifiés et des sols jeunes formés sur les roches perméables et calcaire ;
- Association des sols jeunes formés sur les grés et les marnes et de ces roches-mères ;
- Association des sols formés sur les calcaires massifs et de ces roches –mères ;
- Association des sols formés sur roches-mères siliceuses ;
- Association des sols formés sur roches-mères schisteuses ;
- Association des sols jeunes des glaciers d'accumulation récents.

II.5.2. Les sols de la plaine

Il existe huit classes de sols sont les suivantes :

- Les Sols alluviaux non évolués ;
- Les Sols Engorgés par l'eau (appelés aussi sols hydromorphes) ;
- Les Sols calciques ;
- Les Sols alluviaux Évolués ;
- Les Sols colluviaux ;
- Les Sols alluviaux des affluents mineurs ;
- Les Sols très évolués (qui Sont divisés en Sols partiellement décalcifiés et Sols décalcifiés lessivés) ;
- Les Sols Mélanges.

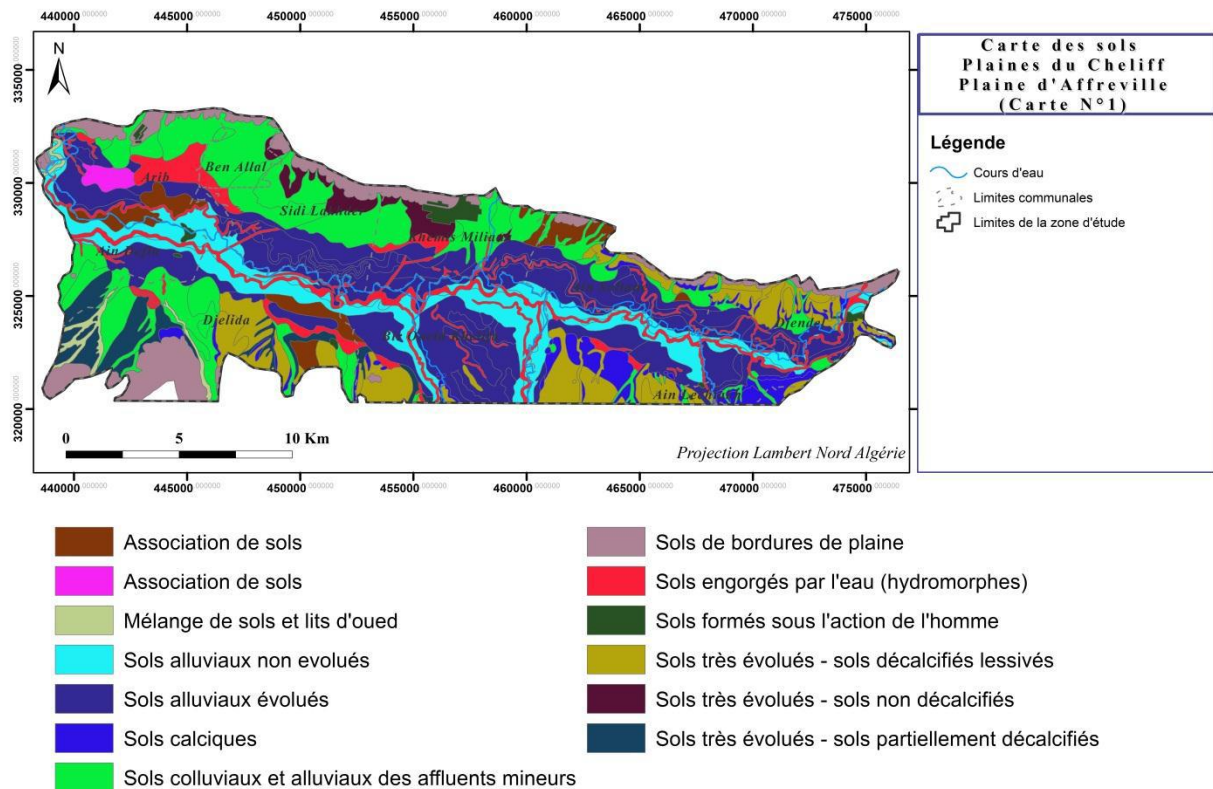


Figure 6 : Carte pédologique du Haut Cheliff (Boulaine, 1957 modifiée par Bouhini et Beghdadi, 2017)

II.6. Contexte géologique

La plaine du Haut Cheliff est une dépression de remplissage alluvionnaire formée de deux compartiments séparés par un seuil dont l'axe passe à côté d'Oued Souffay et dans la partie Sud -Est. Ce seuil est dû à une remontée du substratum Crétacé et traduit l'avancée des terrains crétacés vers le centre de la plaine à l'Ouest d'Oued Deurdeur.

Le compartiment Est appartient au bassin miocène de Médéa dans lequel les formations grés-conglomératique du Miocène sont bien développées. Le compartiment ouest est de sédimentation différente (grés, poudingues, schistes, marnes).

Nous présenterons ici les grands traits du contexte géologique régional et local. Cette synthèse s'appuie principalement sur les travaux de Mattauer (1958) et Perrodon (1957).

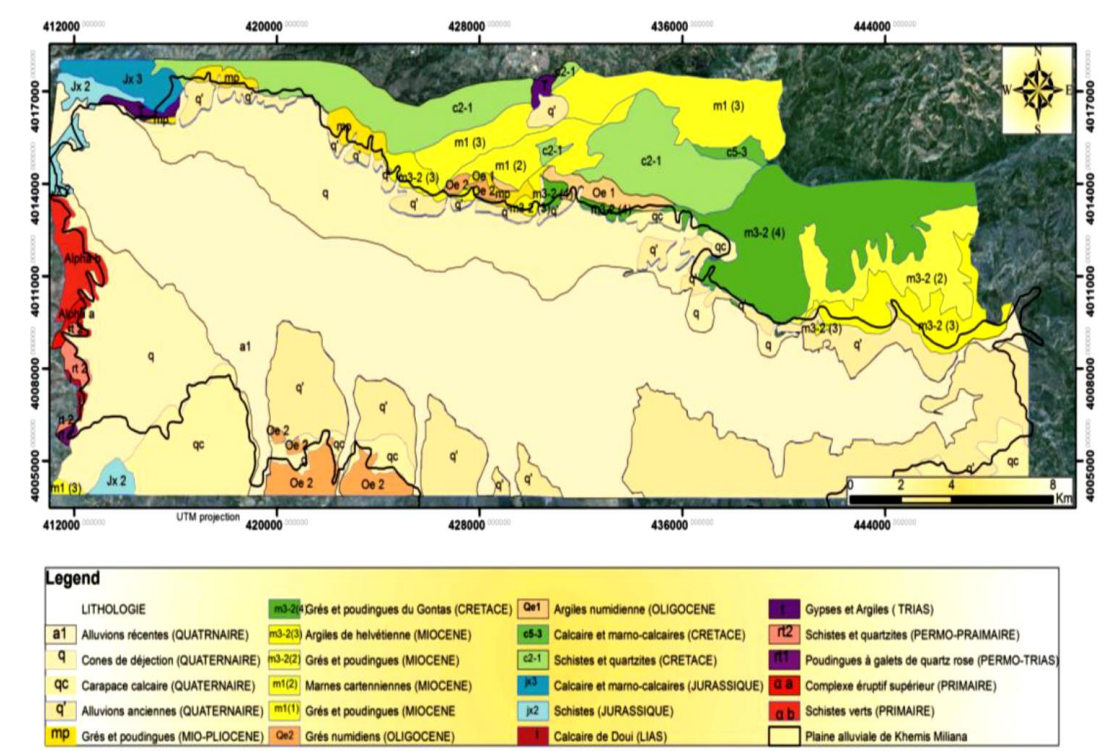


Figure 7: Carte géologique schématisée vectorisée de la plaine de Haut Cheliff (Source : Sahraoui, 2012).

II.7.L'occupation du sol

II.7.1. L'agriculture dans les plaines du Haut Cheliff

La région du Haut Cheliff en général, est à vocation agricole. La prédominance de l'arboriculture fruitière couvre environ 47% de la superficie cultivée totale sur les plaines et les terrains à faible pente. Les cultures céréalières et maraîchères (principalement pomme de terre), arboriculture fruitière et 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 élevée de la superficie forestière de la plaine du Haut Chéiff occupent par des arbres pin d'Alep, Chêne lièges et de chêne verts.

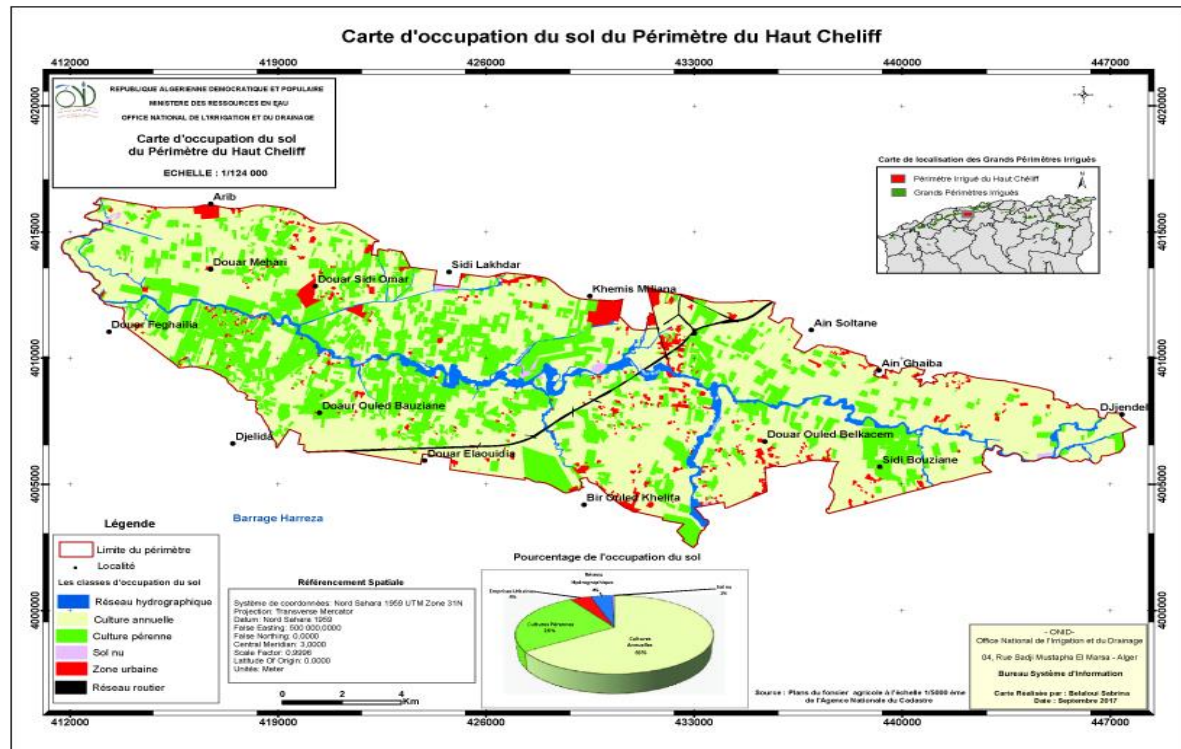


Figure 8 : Carte d'occupation du sol du périmètre du Haut Cheliff. (Source : ONID ,2015)

II.7.2 Les productions végétales

Les superficies utilisées par l'agriculture sont dominées par les cultures herbacées (73,5 % de SAU). Les terres nues ou jachères représentent 16,5 % de la SAU alors que les cultures pérennes occupent seulement 10 % de la SAU. (Belhadia, 2016).

II.7.3. Nature juridique des exploitations agricoles

Le potentiel foncier de la région est détenu essentiellement par le secteur privé. La répartition des terres selon la nature juridique des exploitations laisse apparaître l'importance des exploitations privées y compris les EAC et les EAI.

Les exploitations privées, au nombre de 8200, détiennent 61000 ha (plus de 70 % des SAT) dont 21900 ha en irrigué. Les EAC et EAI détiennent plus de 25 % de la superficie agricole totale dont 12000 ha irrigables alors que le secteur public n'occupe que 3 % de SAT dont 4000 ha en zone irrigable.(Belhadia,2016)

II.7.4. Urbanisation et démographie

La population totale de la zone d'étude qui se répartit en 33 communes a été estimée Pendant la période 1999-2008 d'après le recensement qui a été établie par la DHW-Ain-defla, 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 à 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 Arib, malgré qu'au sud de la plaine des agglomérations sontminimes et moins denses, les plus marquées sont sans Djelida et Bir Ouled Khalifa. (**Kouadri.N et Benharkate.F 2010**)

Chapitre III

Matériel et Méthodes

III. Matériels et Méthodes

III.1.Objectifs à atteindre

Les principaux objectifs visés par notre étude sont :

- Suivre l'évolution spatio-temporelle par une étude chronologique de l'occupation du sol ou l'état de surface dans la plaine du Haut-Chéouiff, à l'aide de la télédétection optique.
- Détection des changements décennaire et saisonnière de l'évolution de la végétation et l'urbanisation pendant ces deux dernières décennies (2000-2017).

III.2.Reconnaissance sur le terrain

Il s'agit là d'une enquête de reconnaissance de terrain qui porte sur l'état de surface, la pédologie et l'occupation du sol ,elle a été conduite durant le mois de Mars ,la localisation des points sur terrain est effectuée par GPS qui permet de connaître une position sur la surface de la Terre (plus exactement d'un géoïde), avec une précision variable selon le type d'instrument et le nombre de satellites en vue.

III.3.Les données utilisées

Notre approche méthodologique repose sur la collection d'un ensemble de données nécessaires dans notre étude

- un recueil de données climatiques auprès les stations météorologique de l'ANRH et l'ITGC de Khemis Miliana, concernent essentiellement les moyennes mensuelles et annuelles de la température et précipitation de 1987jusq'a 2017.
- la carte d'occupation du sol (ONID, 2015).

III.4.Les logiciels utilisés

- ENVI 5.0 : pour effectuer les traitements des images satellitaires.
- SURFER11 : pour transformer les valeurs extraites des images en format Excel pour des analyses statistiques.
- Microsoft Office Excel : pour le filtrage et l'appropriation et la codification des données.
- ARCGIS 10.2 : pour la délimitation de la zone d'étude.
- Google Earth Pro 7.3 : pour la localisation des points d'échantillonnage.

III.5. Les images utilisées

III.5.1. Acquisition des images utilisées

Il s'agit de l'acquisition de l'ensemble images satellitaires nécessaire pour notre démarche méthodologique.

Notre travail est basé sur un ensemble d'images satellitaires multi-spectrales et multi dates ,de type Landsat, formant une série de neufs images satellitaires ,elles sont corrigées sur les plans radiométriques, géométriques et atmosphériques et prêts à notre utilisation, six images satellitaires de type TM5 correspondante aux années 2000,2010 pour trois mois Mars, Mai et juillet et trois images de type OLI-8 correspondante a l'année 2017 pour les trois mois Mars, Mai et juillet respectivement acquises pour la région étudiée .Le tableau06, représente les caractéristiques des images utilisées durant notre étude.

Tableau06 : Caractéristiques des images utilisées.

Image	Date de l'image	Résolution	Bands
Landsat TM5	20-03-2000	30 m	B1 : Bleu (0.45-0.52µm)
	07-05-2000		B2 : Vert (0.52-0.60µm)
	26-07-2000		B3 : Rouge (0.63-0.69µm)
	16-03-2010		B4 : Near-Infrared (0.76-0.90µm)
	19-05-2010		B5 : Near-Infrared (1.55-1.75µm)
	06-07-2010		B6 : Thermal (10.40-12.50µm) 120 m B7 : Mid-Infrared (2.08-2.35µm) 30 m
Landsat OLI-8	19-03-2017		B1 : Coastal aerosol (0.43 - 0.45 µm)
	06-05-2017		B2 : Bleu (0.450-0.51 µm) B3 : Vert (0.53-0.59 µm) B4 : Red (0.64-0.67 µm) B5 : Near-Infrared (0.85-0.88 µm)
	09-07-2017		B6 : SWIR 1(1.57 - 1.65 µm) B7 : SWIR 2 (2.11 - 2.29 µm) B8 : Panchromatic (0.50-0.68 µm) 15 m B9 : Cirrus (1.36-1.38 µm) B10 : TIRS 1 (10.6-11.19 µm) 100 m B11 : TIRS 2 (11.5-12.51 µm) 100 m

La détection du changement, par l'identification et la quantification de la différence entre les images d'un même endroit prises à différents moments où les conditions sont vraiment dissemblables (Desjardins et Cavayas, 1991).

Les images satellitaires Landsat ont été retenues pour leur caractère synoptique sur une vaste zone, leur répétitivité, leur disponibilité sur une longue période (plus de 30 ans) et la possibilité qu'elles offrent par rapport à l'échelle des documents et par rapport à d'autres types des images (Abdelbaki, 2012).

III.5.2.Composition colorée en trichromie RVB

La trichromie idéale devrait permettre la distinction d'un maximum de nuances sur le terrain et éviter la redondance entre canaux (Mokhtari, 2009).

Cette trichromie a été établie à partir de la combinaison de ces canaux de l'image Landsat. On a attribué une fausse coloration aux bandes des images à fin de mieux visualiser les quatre types de surface (urbanisation, Sols, végétation et eau), cette coloration repose sur :

Tableau07 : la trichromie adoptée selon les types des scènes satellitaires

Type	Année	Trichromie
Landsat TM5	2000	Le rouge (R) → B4 (PIR) Le vert (V) → B3 (Rouge) Le bleu (B) → B2 (Bleu)
	2010	
Landsat OLI8	2017	Le rouge(R) → B5 (PIR) Le vert (V) → B4 (Rouge) Le bleu (B) → B3 (Bleu)

III.5.3.Traitement des images satellitaires

Les images « brutes » en sortie du capteur ne peuvent pas être directement utilisées car elles sont entachées d'erreurs liées à la sensibilité des capteurs, la géométrie d'observation et la présence d'effet de l'atmosphère autour de la terre (Benhadj, 2008).

L'acquisition des neuf 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.

III.5.3.1. Classification des images satellitaires

La classification d'une image satellitaire est une transformation quantitative en image thématique. Elle consiste à découper les pixels de l'image en polygones pour les regrouper dans les mêmes classes correspondantes (Deshayes & Maurel, 1990).

Deux types de classification connue pour le traitement des données : la classification supervisée et la classification non supervisée, nous avons effectué dans ce travail pour chaque image la méthode de la classification supervisée compte tenu des avantages qu'elle fournit.

III.5.3.2. Classification supervisée

La classification supervisée (dirigée) est une procédure utilisée pour l'identification de zones «spectralement similaires » d'une image. On identifie d'abord des sites d'entraînement dont on extrait la signature spectrale et à partir de quel son extrapole pour le reste de l'image (Abdelbaki, 2012).

En se basant sur nos connaissances préalables du terrain de la zone d'étude, nous avons adopté une classification supervisée pour toutes les images. Pour les années précédentes, comme il n'y a pas eu d'enquête de terrain, nous avons utilisé Google Earth pour les classes les plus difficilement reconnaissables.

III.5.3.3. Algorithmes de classification

C'est une méthode simple qui consiste à calculer, dans l'espace spectral, la distance entre chaque pixel de l'image et les centres de regroupement préalablement déterminés (moyennes des classes spectrales calculées à partir des sites d'entraînement).

L'algorithme de maximum de vraisemblance est un critère de décision statistique fondé sur le calcul de la vraisemblance et servant à classer des éléments d'image dans des classes spectrales. La classification par maximums de vraisemblances est une méthode tout à fait satisfaisante mathématiquement car les pixels sont classés à partir d'une probabilité ce qui est tout à fait souhaitable en télédétection (Girard, 1999).

III.5.3.4.Évaluation des résultats de la classification

La dernière étape d'une classification d'image consiste à la validation de la classification en évaluant sa pertinence. Pour cela on peut consulter le taux de pixels bien classés dans une matrice de confusion et estimer la qualité de la précision de la classification par le test Kappa (Abdelbaki, 2012).

III.5.3.5.Estimation de surfaces

Une fois une classification obtenue, il est possible de compter automatiquement le nombre de pixels de chaque classe. En multipliant ce nombre par la surface élémentaire du pixel, on obtient alors la surface de la classe dans l'image (Deshayes &Maurel, 1990).

III.6. Calcul des indices

III.6.1. Les indices de végétation

Les deux indices de végétation présentés dans ce travail exploitent essentiellement la différence de réponse spectrale de la végétation et des sols dans la bande rouge (R) qui est liée à l'absorption de lumière par la chlorophylle et la bande proche infrarouge (PIR) qui est liée à la densité de végétation verte. Les indices de végétation doivent donc être sensibles à la partie verte du couvert végétal sans pour autant être influencés par le sol. (Mokhtari, 2008). Ces deux indices de végétation sont les suivants :

- Le RVI (Ratio Vegetation Index, Pearson and Miller,(1972)

$$RVI = PIR/R \dots\dots\dots(1)$$

PIR : compte numérique dans la bande proche infrarouge.

R : compte numérique dans la bande rouge.

- Le NDVI (Rouse et al. 1974)

$$NDVI = (PIR-R)/ (PIR+R)\dots\dots\dots (2)$$

PIR : compte numérique dans la bande proche infrarouge

R : compte numérique dans la bande rouge.

III.6.2. Les indices de sol

- Le (IC), l'indice de couleur (Pouget et al, 1989) Cet indice est très sensible a la couleur du sol. Sa formule est la suivante :

$$IC = (R-V) / (R+V) \dots\dots\dots (3)$$

- Le (IR), l'indice de rougeur (Manière et al, 1993 ; Pouget et al, 1991), préconisé pour les zones méditerranéennes arides, et très sensible à la couleur du sol. (Madeira et al, 1991). Dont la formule est la suivante :

$$IR = (R - V) / (R+V) \text{ ou } IR = R^2 / V^2 \dots\dots\dots (4)$$

- L'indice de brillance (IB) (Manière et al, 1993), traduit les teintes des sols nus et des roches. Le passage des teintes sombres aux teintes claires s'accompagne d'une augmentation simultanée des valeurs radiométriques dans les deux canaux. Cet indice n'est donc que la représentation physique de la droite des sols. Cet indice varie aussi de manière inversement proportionnelle avec l'humidité et la rugosité du sol (Deshayes et Maurel, 1990). Dont sa formule est la suivante :

$$IB2 = R2 + PIR2 \text{ (Manière et al, 1993) } \dots\dots\dots (5)$$

Cet indice de brillance nommé aussi l'indice de brillance classique peut s'exprime parla formule suivant:

$$IBc^2 = V^2 + R^2 + PIR^2 \text{ (Manière et al, 1993) } \dots\dots\dots (6)$$

- Indice de l'eau NDMI (ESRI, 2009)

$$NDMI = (PIR - MIR1) / (PIR + MIR1) \dots\dots\dots (7)$$

III.7. Détection des changements

L'analyse de détection du changement comprend de nombreuses méthodes dont le but est d'identifier, de décrire et de quantifier, les différences entre images d'une même scène (même endroit) prises à différents moments ou dans des conditions différentes, elle repose sur les différences entre les états de surfaces déterminées (images classées). L'application de l'outil « Change détection » sur le logiciel ENVI 5.0 a été utilisée dans ce sens ; dans notre travail la détection de changement consiste a extraire la différence spatiale entre les unités d'occupation saisonnière et décadaire.

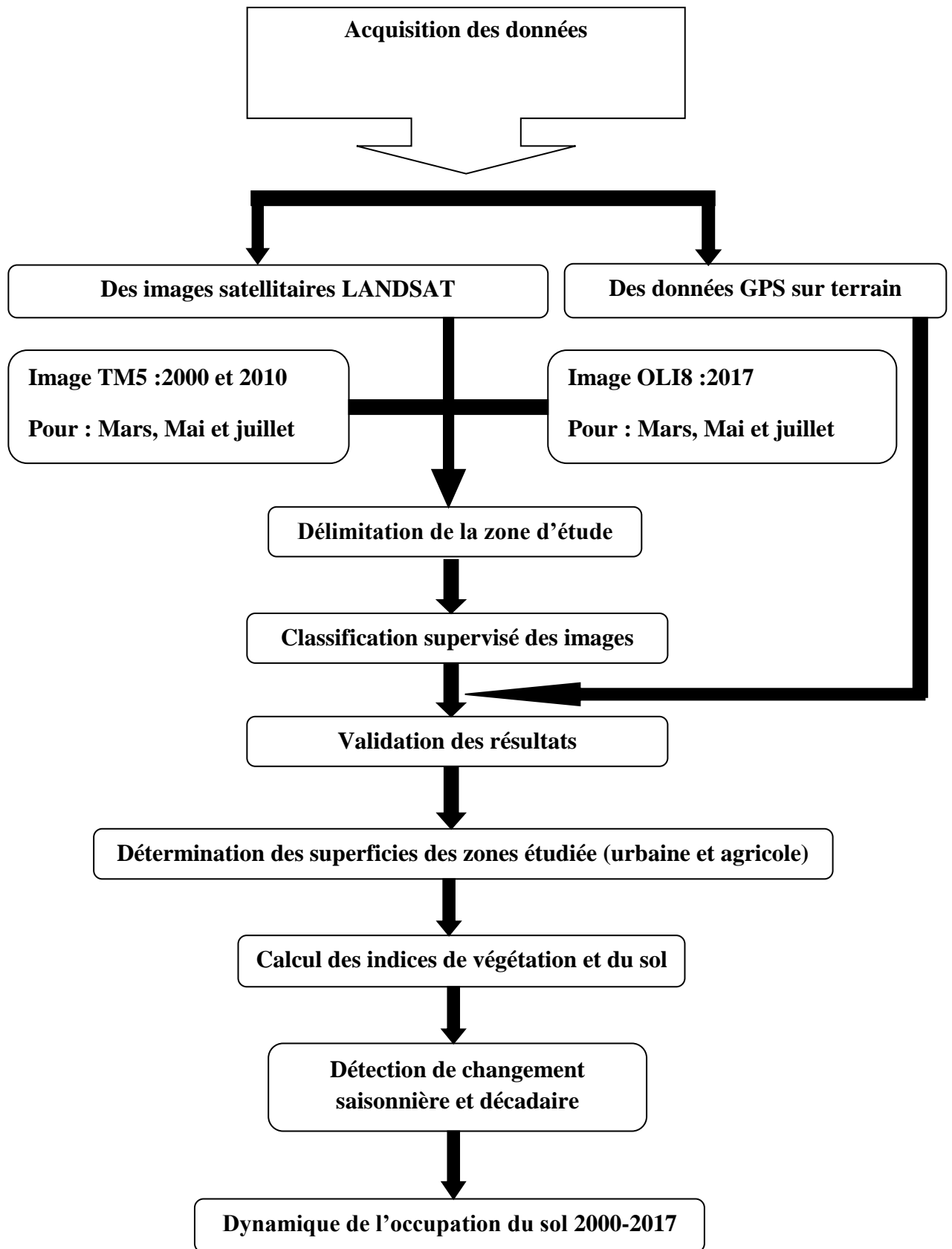


Figure 9 : organigramme de la démarche méthodologique.

Chapitre IV

Résultats et discussions

Chapitre IV : Résultats et Discussions

Ce travail vise à étudier la diversité de l'occupation des sols dans la plaine de Haut-Chélif et ressortir sa dynamique au cours des deux dernières décennies. Pour répondre à cet objectif, une série d'images satellitaires multi-dates est utilisée pour évaluer la dynamique spatio-temporelle des unités d'occupation au niveau de la plaine. Ces images sont prises durant différentes saisons et années correspondantes aux mois (Mars, Mai et Juillet) des années (2000, 2010, 2017).

IV.1. Analyse visuelle des images satellitaires utilisées

L'interprétation visuelle des neuf images de la plaine du Haut Cheliff a permis de discriminer des unités de surface liées principalement au sol et végétation et l'eau, dont l'expansion et l'occupation varient d'une image à une autre et d'un endroit à un autre, mais en tenant compte de la vocation agricole et le contexte morfo-pédologique de la zone d'étude (Rata et Kerlouf, 2012). La discrimination des unités de surface s'est essentiellement basée -à l'aide de la réflectance- sur la réponse spectrale de chaque unité liée au: sol, eau et végétation.

IV.1.1.Classification supervisée des images

Les informations dont nous disposons sont des supports cartographiques : carte pédologique (Boulaine, 1956 ; McDonald et BNEDER, 1990), anciens carte d'occupation des sols, (ONID, 2004 et 2015; Rata et Kerlouf, 2012). L'analyse visuelle de l'image et le comportement spectrale de la zone d'étude, ont permis de définir les aires d'entraînement (Area Of Interest) représentatives de la plaine du Haut-Chélif et de retenir la méthode de classification supervisée en basant sur l'algorithme de «Maximum Likelihood »

IV.1.1.1.Détermination des classes

Le croisement entre les cartes thématiques en particulier la carte des sols et les cartes d'occupation établies précédemment; d'une part, ainsi que la reconnaissance sur le terrain a permis de détecter les principales unités agro-écologiques liées au type de sols et de la couverture végétale (systèmes de cultures et couvert naturel) d'une autre part. En plus, les résultats issus de la classification des neuf images satellitaires nous a conduites à définir neuf grandes classes :

- **Classe de l'arboriculture (ARB)** : elle représente les arboricultures fruitières, est caractérisée par la prédominance des : agrumes, pommiers et poirier (cultures annuelles), sont localisées dans le périmètre irriguée de la plaine.
- **Classe des maraichages (MAR)** : elle représente les légumineuses, sont des zones cultivées à dominance des cultures de pommes de terre.
- **Classe des céréalicultures (CER)** : elle représente les céréales, sont des zones cultivées dominants par : le blé, l'orge et l'avoine (cultures saisonnières durant les mois de Mars et Mai).
- **Classe des sols nus (SN)**: elle représente des surfaces dépourvues de la couverture végétale.
- **Classe de l'urbanisation(URB)** : elle représente les zones urbaines et rurales.
- **Classe de sol cultivé (SC)** : Cette classe représente tous les surfaces des terres qui sont caractérisée par une faible couverture végétale.
- **Classe de jachère (JCH)** : ils ne sont qu'occasionnellement cultivés et sont mis-le plus souvent en jachère, ce sont des sols qui n'encouragent pas les agriculteurs à les cultiver régulièrement.
- **Classe de sol labouré (SL)** : se sont des sols qui représenté tous les surfaces labouré, elles sont aussi caractérisée par une couleur sombre à très sombre.
- **Classe de sol cultivé nu (SCN)** : elle représente des sols qui on été cultivé puis abandonnée ou des sols utilisé pour des cultures saisonnières puis récoltés, cette classe apparaît à partir du mois de Juillet.

IV.2. Résultats de la classification supervisée

IV.2.1. Images satellitaires LANDSAT 2000

Dans la figure 14, on remarque une répartition spatiale variable des classes d'occupation le long de la zone d'étude et d'une saison à une autre. En mars 2000 (fig.14), la superficie est pleinement couverte par les cultures des céréales et de maraîchage surtout dans sa partie nord-ouest près du barrage d'Arib dont l'irrigation est privilégiée pour ce type de culture. Pour l'arboriculture, on marque sa dominance dans la partie sud suite à la présence des sols rouges qui favorable à ce type de plantation.

Concernant les sols, seuls les sols labourés et cultivés montrent une présence spatiale moyenne, avec une absence remarquable des sols nus durant cette saison de dominance végétative.

En Mai 2000, la répartition spatiale de l'occupation des sols reconnaît une extension des cultures maraîchères au profit des céréales qui suite à l'absence des précipitation sont récolté aussi tôt et le recours des agriculteurs à replanter leurs terres par des cultures irriguées comme les tomates et le pastèque. Durant cette saison les sols nus commencent à prendre place et couvre une superficie faible à moyenne.

Durant la saison estivale (Juillet, 2000), les superficies qui ont été occupées par les systèmes cultures se retissaient et deviennent des sols nus cultivés, sols cultivés, jachère et sols nus sans la moindre couverture végétale. Néanmoins, les cultures saisonnières comme la tomate, l'artichaut et autres marquent une présence dans la partie centre de la plaine.

IV.2.1.1. Superficie des classes

La figure ci-dessous montre les superficies des classes retenues de l'occupation du sol durant l'année 2000 pour les images Mars, Mai et Juillet sont exprimées dans la figure n° 13

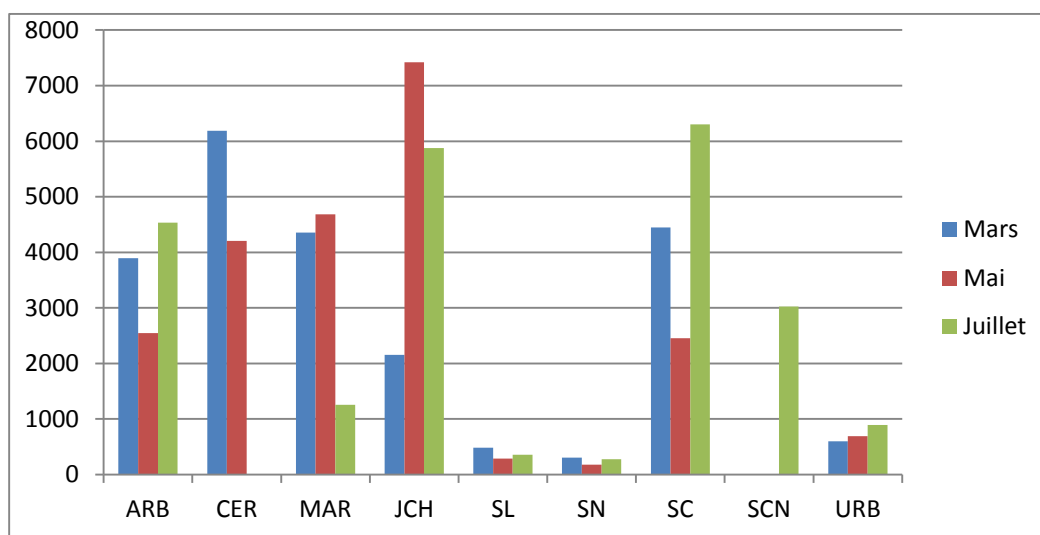


Figure 10 : Les superficies en hectare pour les trois saisons 2000.

On peut en effet voir, des classes dominantes durant chaque mois, en mois de Mars la classe la plus dominante c'est les céréales avec une superficie de 6189,21 ha (27.60%), en mois de Mai la classe dominante c'est le jachère avec une superficie de 7423,11 ha (33.04%), pour le moi de juillet durant cette année les sols cultivés montre une dominance spatiales avec une superficie de 6303,33 ha (27.99%), les classes qui montre une très faible superficie pour la saison hivernale c'est la classe des sols nu avec 1.35% de la superficie totale donc 302.67 ha, et pareille pour le mois de mars et juillet avec une superficie de 177.57 ha(0.79%) en printemps ,et 274.05 ha en saison estivale avec 1.21% de la superficie totale.

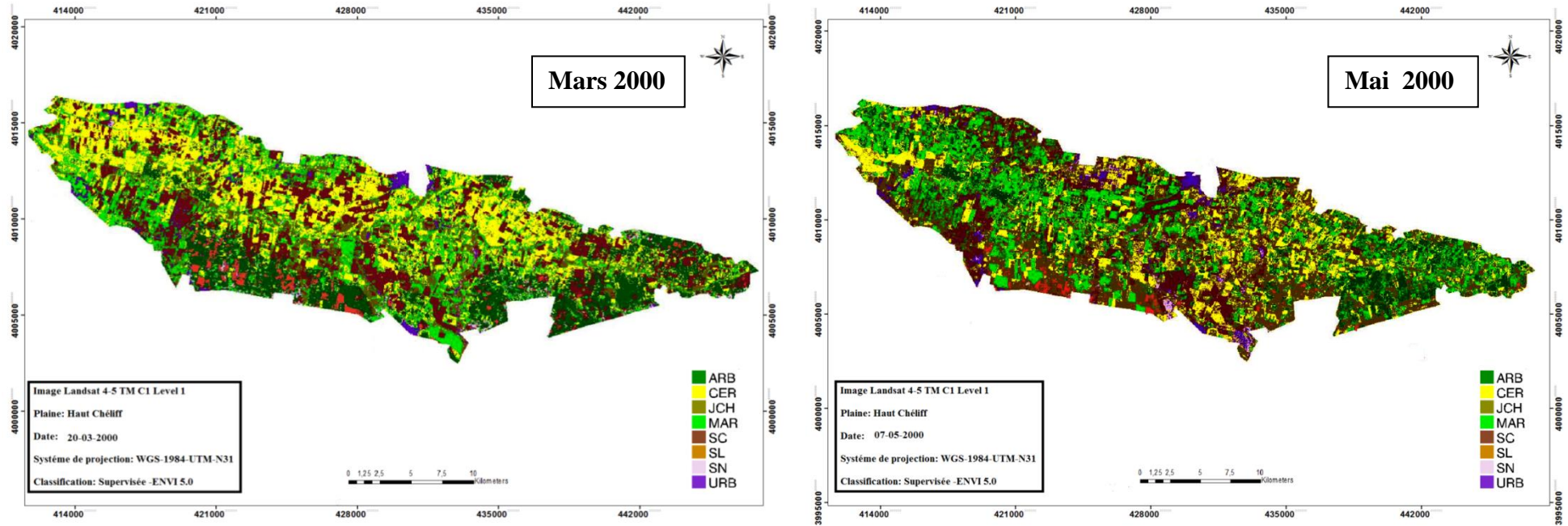
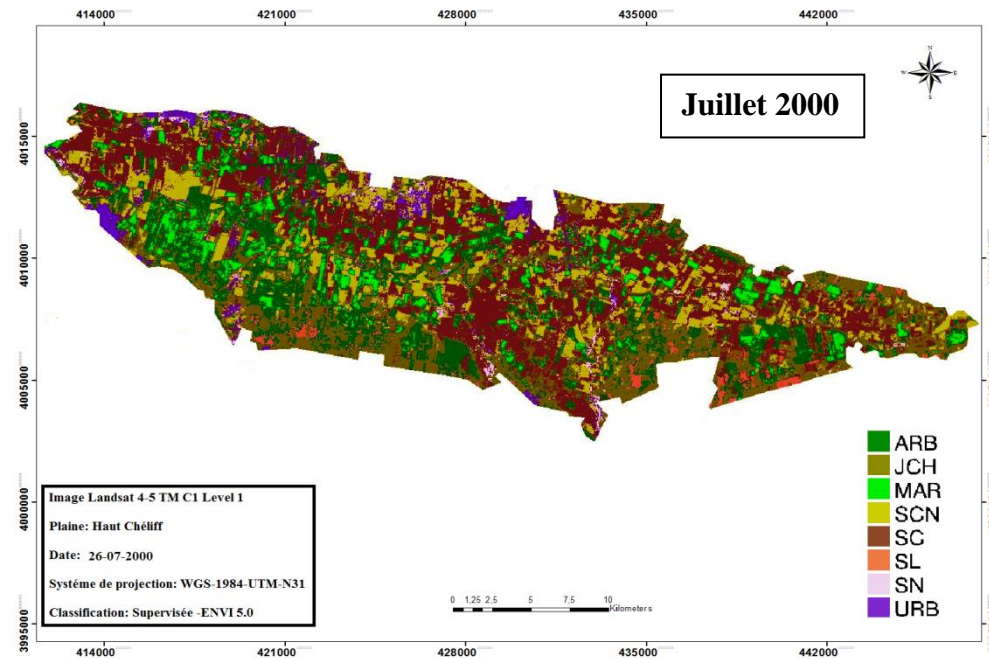


Figure11 : Classification supervisée des trois images LANDSAT TM5 2000.



IV.2.2. Image satellitaire LANDSAT 2010

Sur l'ensemble des mois de cette année (2010), on remarque une distribution spatiale des unités de l'occupation des sols assez différente pour chaque classe à travers les trois mois (fig.16). Tenant compte de l'expansion important du cadre urbain, les agriculteurs ont adopté une tendance à privilégier les cultures maraîchères notamment la pomme de terre suivant le plan gouvernemental sur l'agriculture intensive. On observe une concurrence spatiale apparente entre ces unités où la superficie couverte par la végétation agricole et même naturelle dépasse celle de l'urbanisation.

Pour la classe de céréale une variation spatiale remarquable entre le mois de Mars et Mai par contre en mois de juillet la superficie de cette classe est nulle après la récolte de ce produit agricole la superficie de cette classe prend la superficie du sol cultivé nu, la répartition des classes est déférentes d'un mois a un autre et d'une année a une autre par rapport les années précédentes .

IV.2.2.1. Superficie des classes

La figure ci-dessous montre le calcul des superficies des classes de l'occupation du sol pour les images Mars, Mai et Juillet 2010.

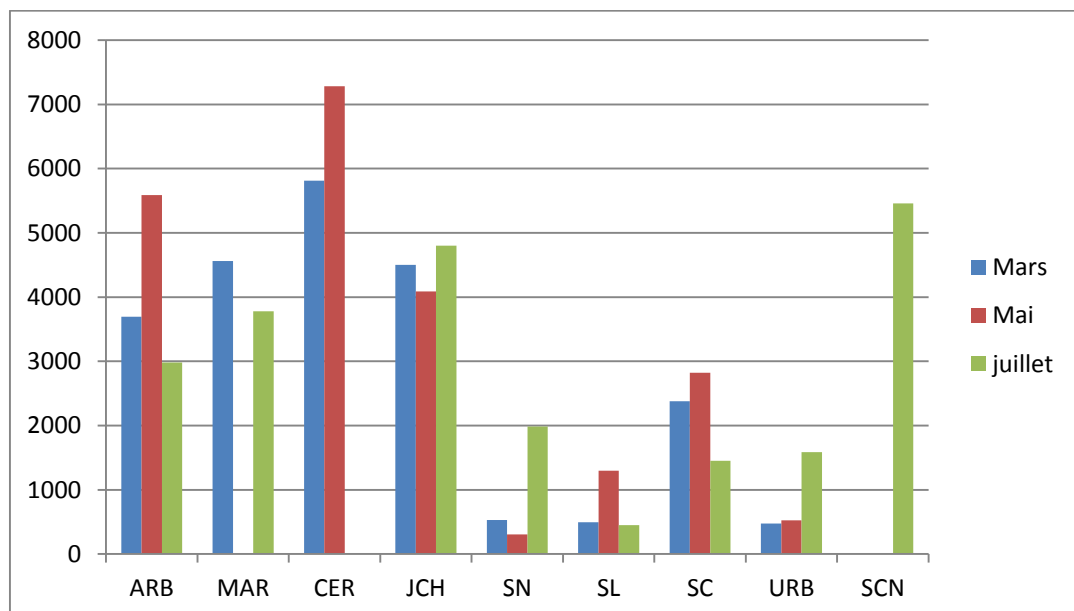


Figure 12 : Les superficies en hectare pour les trois saisons 2010.

La répartition des unités de l'occupation des sols durant cette année montre une dominance spatiale des céréales avec une superficie de 5811,75 ha (25.89%) en mois de Mars elle s'augmente en mois de Mai pour atteint 7281,9 ha (33.24%) de la superficie totale par contre pendant la saison estivale la classe dominante est les sols cultivé nu. En parallèle on remarque l'évolution de l'urbanisation en fonction de mois de 476,19 ha à 1583,91ha.

D'une autre part la classe de sol nu occupe la plus faible superficie en mois de Mars et Mai qui ne dépasse pas les 540 ha .pour le mois de juillet les sols labourés occupe la plus faible superficie 550 ha.

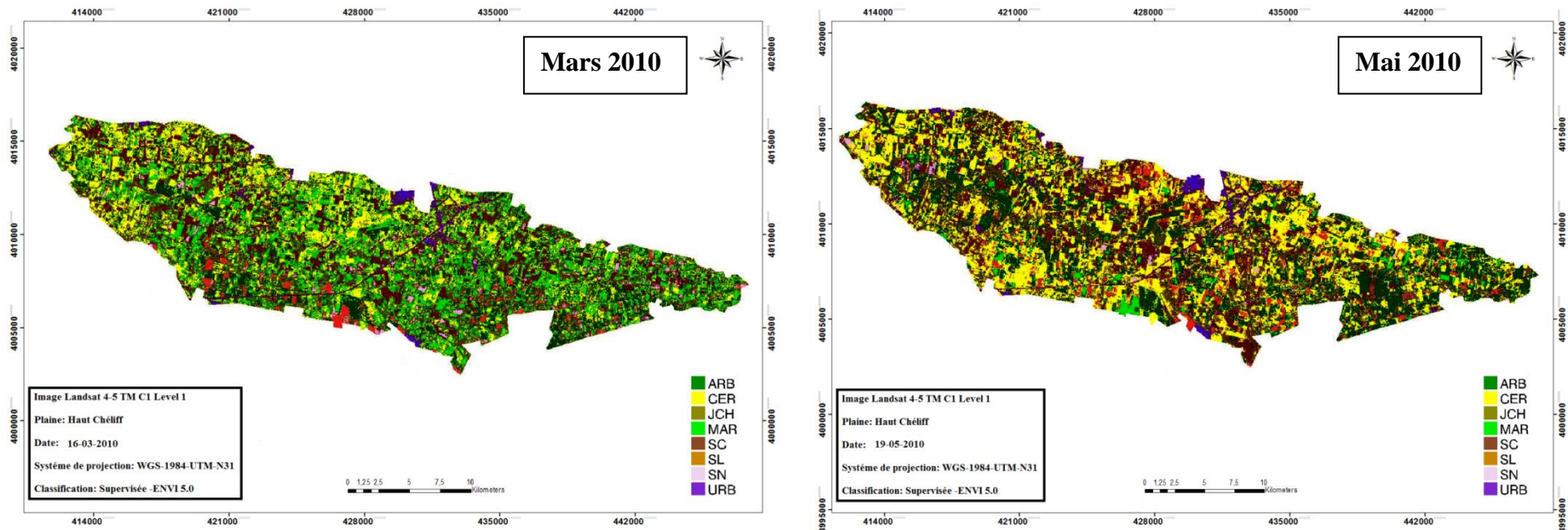
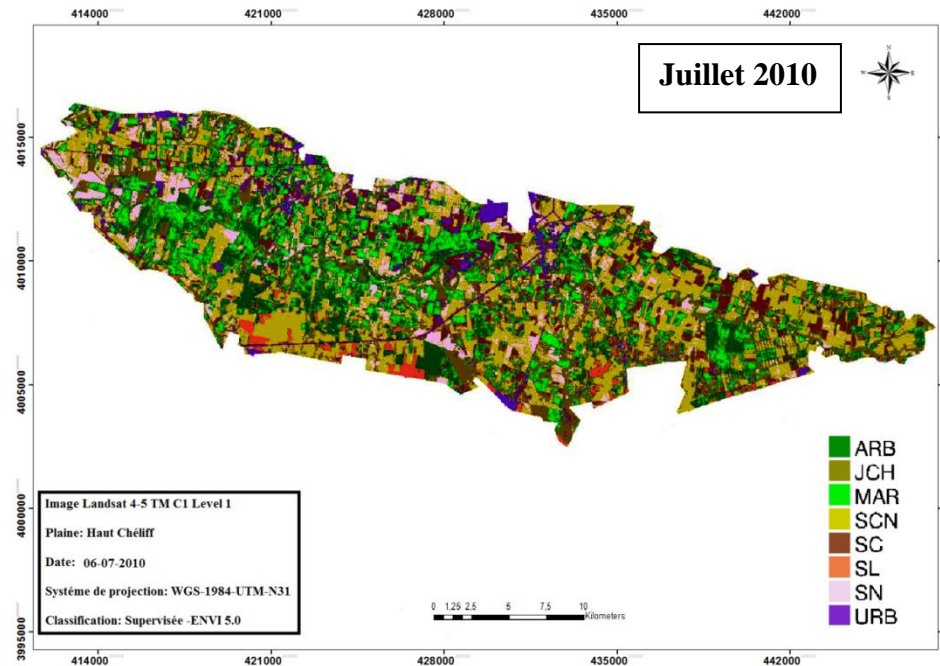


Figure 13 : Classification supervisée des trois images LANDSAT TM5 2010



IV.2.3. Image satellitaire LANDSAT 2017

Les résultats de la classification supervisée des trois images LANDSAT OLI-8 sont montrés dans la figure n°18. Les trois mois de l'année 2017, favorise une répartition spatiale des systèmes de cultures le long de la région. Les arboricultures qui montrent une prédominance en mars 2017 (fig.18), la superficie est pleinement couverte par les arboricultures et de maraîchage surtout dans sa partie Sud-est près du barrage d'Oued Chorfa dont l'irrigation est privilégiée pour ce type de culture. Pour les céréales, on marque sa dominance dans la partie centre suite à la présence de oued Cheliff qui est favorable pour l'irrigation.

Concernant les sols, les sols cultivés montrent une présence spatiale moyenne, avec une absence remarquable des sols nus durant la saison printempniere et estivale par contre elle occupe une superficie importante au mois de mars qui peut être due au manque des précipitations.

En Mai 2000, la répartition spatiale de l'occupation des sols reconnaît une croissance importante pour les arboricultures

Durant la saison estivale (Juillet, 2017), les superficies qui ont été occupées par les systèmes cultures se retissaient et deviennent des sols nus cultivés, sols cultivés, jachère et sols nus sans la moindre couverture végétale. Néanmoins, les cultures saisonnières comme la tomate, l'artichaut et autres marquent une présence dans la partie centre de la plaine.

Nous avons observé une augmentation anormale de la classe d'urbanisation, ce qui indique une confusion due à une autre classe du même degré de brillance que l'urbanisation que nous pouvons déterminer par le calcul de l'indice de brillance.

IV.2.3.1. Superficie des classes

La figure ci-dessous montre le calcul des superficies des classes de l'occupation du sol pour les images Mars, Mai et Juillet 2017.

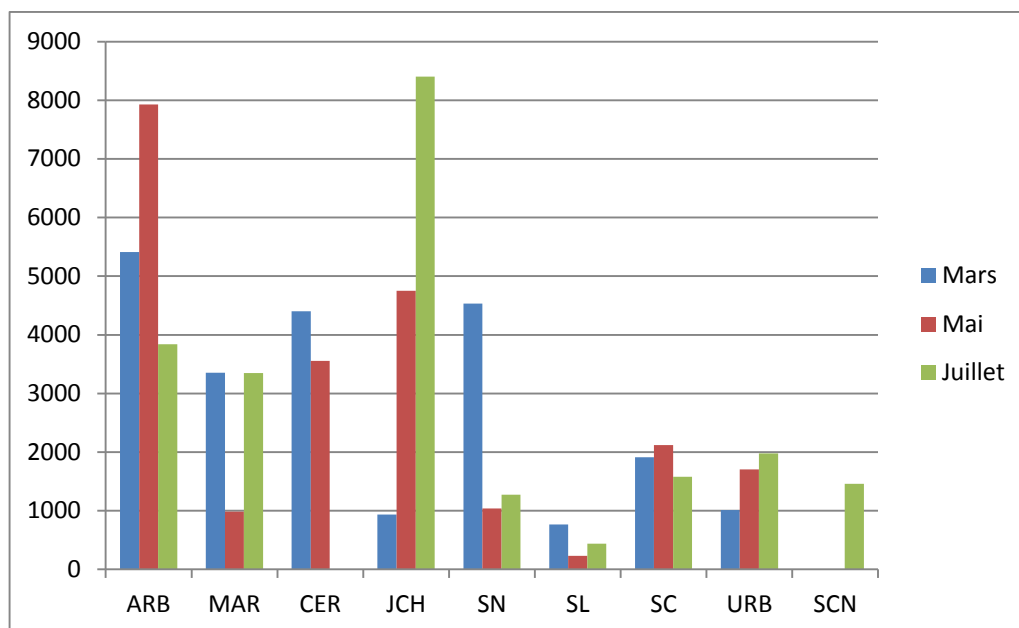


Figure 14: Les superficies en hectare pour les trois saisons 2017.

Sur la figure 17 on observe une variation des superficies pour chaque classe en fonction de mois, la classe dominante en mois de Mars c'est les arboricultures ainsi pour le mois de Mai avec une superficie qui dépasse 5400 ha en Mars et 7900 ha en Mai, par contre en mois de juillet les jachères dominent avec une superficie de 8402 ha ,pour la classe qui occupe une faible superficie c'est les sols labourés durant les trois mois avec une superficie qui varie entre 233 ha et 764 ha.

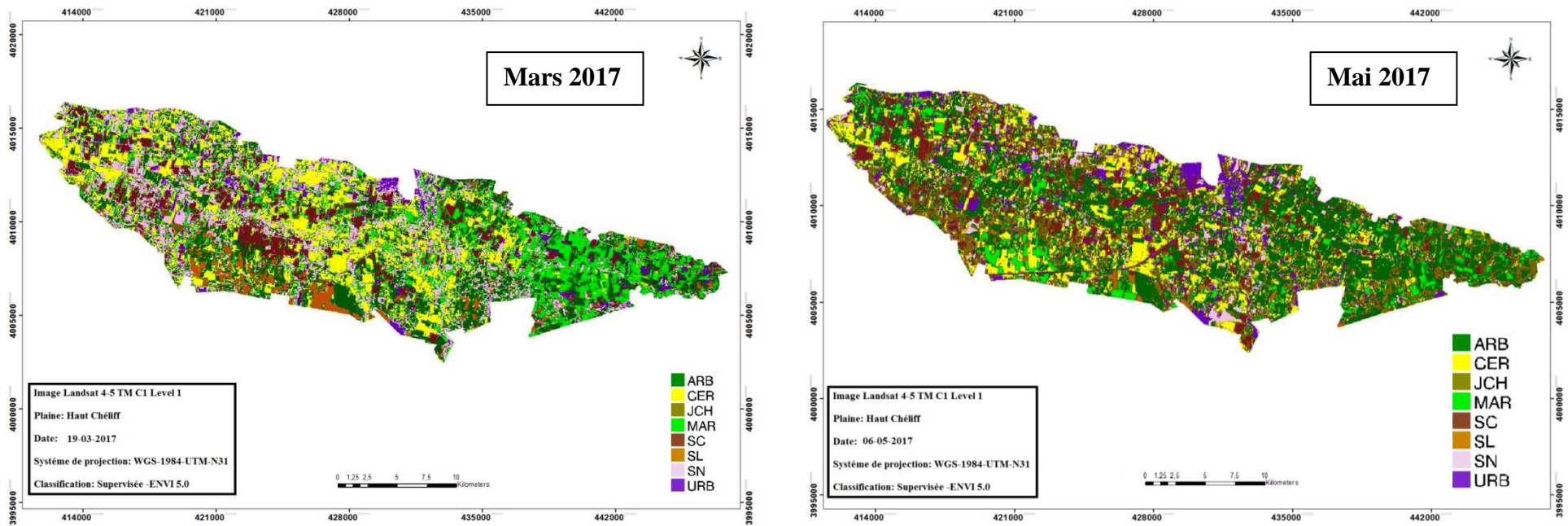
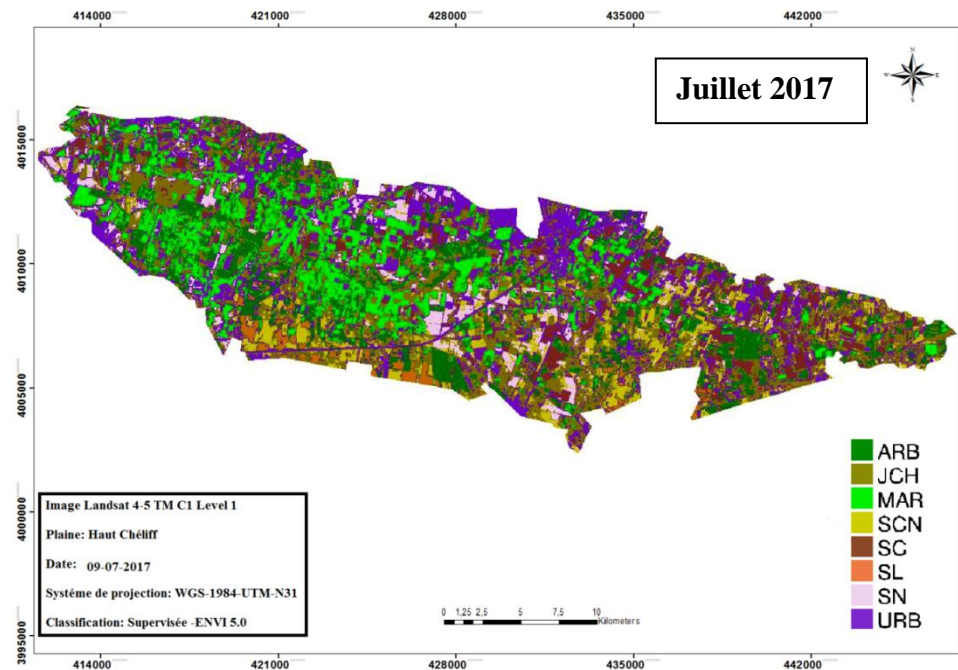


Figure15 : Classification supervisée des trois images LANDSAT OLI8 2017



IV.3. Pertinence de la classification supervisée

Après la détermination de la classification supervisée de nos images et pour tester de l'efficacité de cette classification nous avons extrait la matrice de confusion qui représente le nombre de pixels par classes.

Les valeurs de la précision pour le réalisateur et les valeurs de la précision pour l'utilisateur sont supérieures à 90% pour toutes les classes (voir l'annexe 1 a 18).

La matrice de confusion est caractérisée par un indicateur de la qualité de la concordance de la classification qui est appelé le coefficient de kappa. La valeur du coefficient de Kappa calculé dans notre cas est variée entre 0.90 et 0.99 (cf tableau 8); sachant que la valeur critique de ce dernier au-delà de laquelle une classification est jugée acceptable est de 75% (Girard & Girard, 1999).

On peut donc dire qu'il y a une bonne correspondance entre la cartographie issue de la classification de données de la télédétection et les observations de terrain donnée en termes de supervision de la classification.

Tableau 08. Coefficient kappa des images Landsat utilisées

Année/Mois		Coefficient Kappa	Précision globale
2000	Mars	0.9016	91.6215%
	Mai	0.9146	92.6583%
	Juillet	0.9712	97.5453%
2010	Mars	0.9102	92.3528%
	Mai	0.9298	94.0698%
	Juillet	0.9637	97.0295%
2017	Mars	0.9687	97.4237%
	Mai	0.9965	99.6977%
	juillet	0.9922	99.3285%

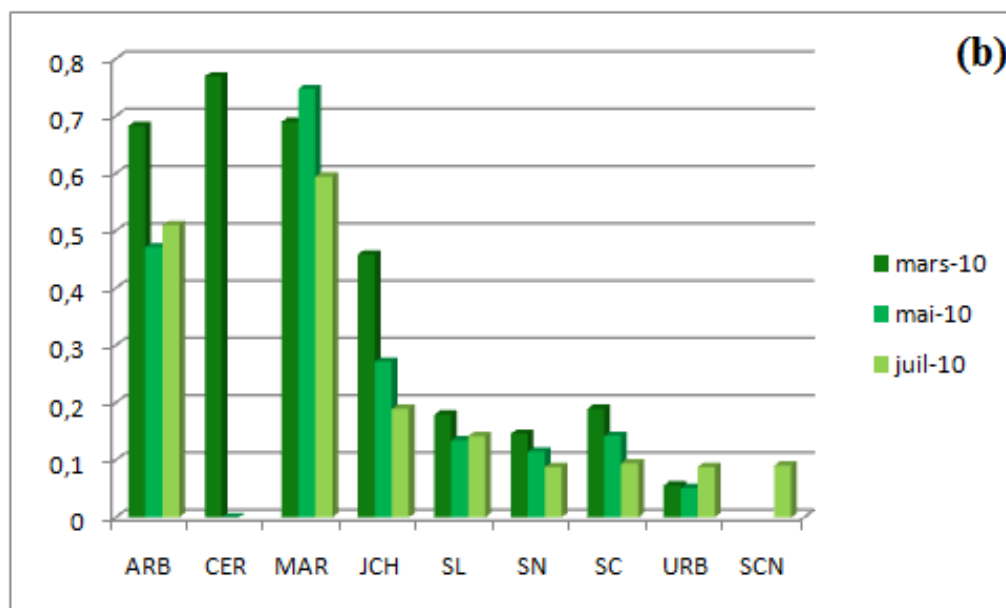
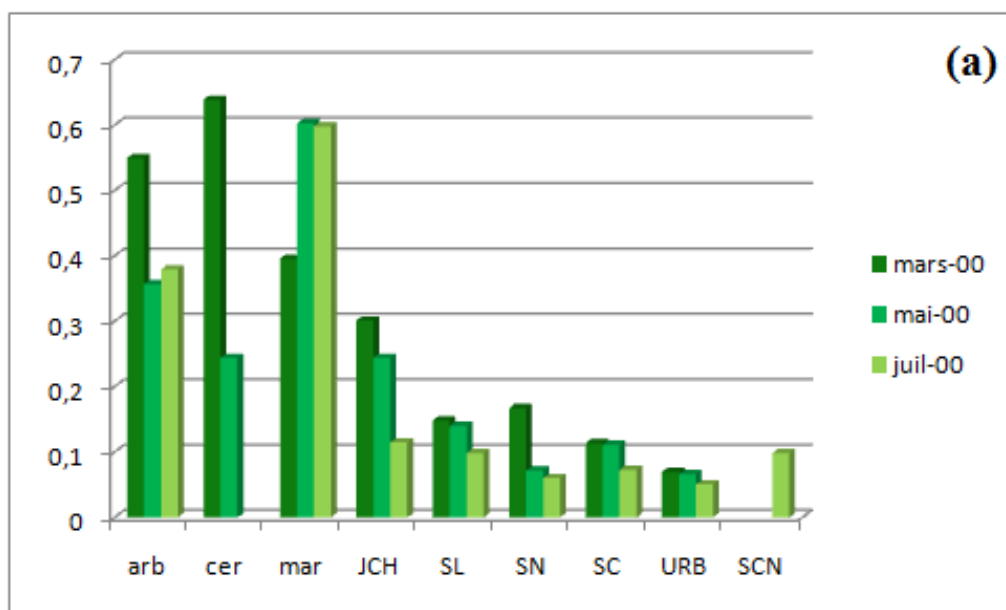
IV.4. Analyse spectrales des classes

Les résultats relatifs des indices représentés par deux catégories, indice de la végétation et indice des sols pour chaque classe.

IV.4.1. Calcul des indices

IV.4.1.1. Indices de végétation

Le calcul des indices de végétation NDVI, pour les neuf classes choisies pour chaque année sont représenté dans la figure16.



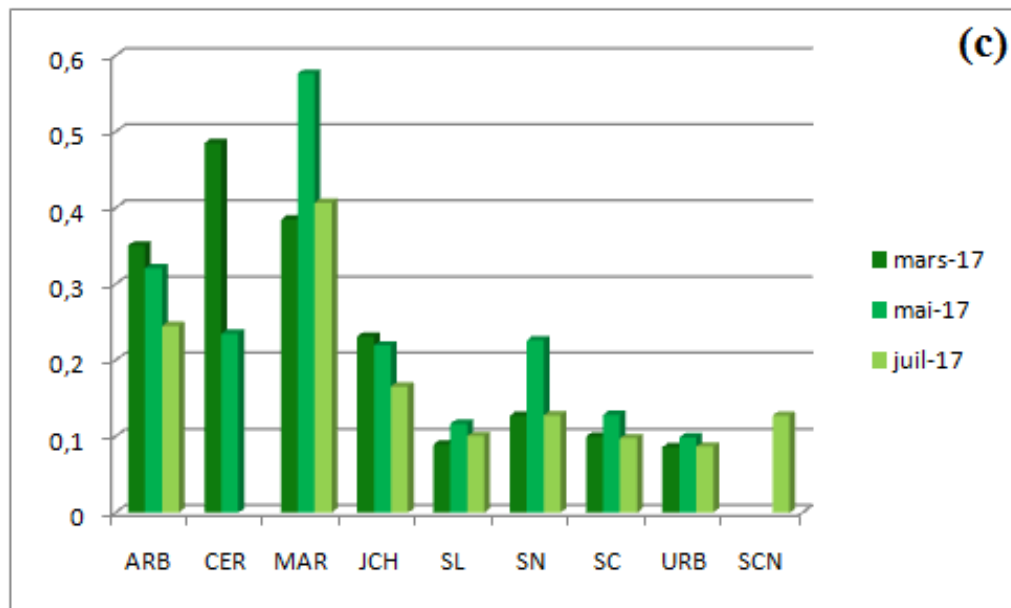


Figure 16 : Evolution d'indice de végétation NDVI des classe durant (a) 2000, (b) 2010 et (c) 2017.

Les figures ci-dessus montrent les valeurs d'indices calculé (NDVI) pour l'ensemble des classes pour les mois (Mars, Mai et Juillet) correspondantes aux années 2000, 2010 et 2017 ; les quatre classes de végétation sont discriminées selon les valeurs de NDVI (valeurs maximale chez classe de céréales égale a 0.76 en mois de Mars 2010 induit un couvert végétal très dense et un minimale chez classe de jachères égale a 0.15 en juillet 2000 indiquant une faible densité de végétation), d'une autre part, les classes de sol présentent des valeurs approximativement faibles a cause de l'absence de couverture végétale ,on remarque que les classes de végétations ont pris les valeurs maximales en mois de mars et mai ,par contre en juillet elles ont pris des valeurs plus faible que les deux saisons précédentes ces valeurs rendre compte du stade de croissance végétale ou du stade phénologique à un instant donné.

IV.4.1.2. Indice de sol

Les figures 17 montrent la variation de l'indice de brillance(IBC^2), en fonction des classes en saisons hivernale, printempniere et estivale. On remarque une augmentation de cet indice en mois de Mai, la valeur la plus élevée est celle de sol nu pour tout les années ; d'une autre part 'indice de brillance demeure faible surtout pour les classes de végétation, tenant compte du taux de recouvrement (exprimé en NDVI).

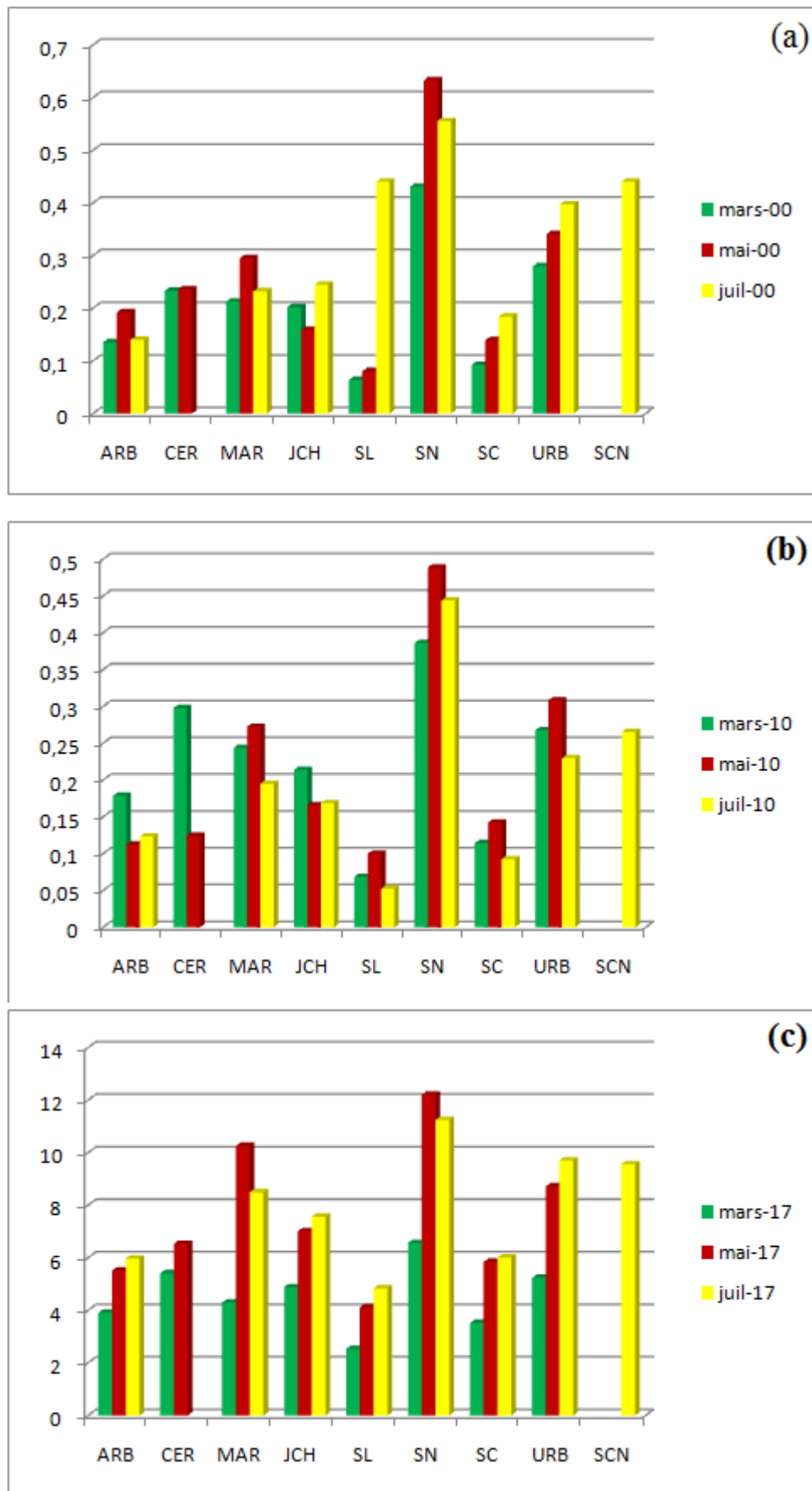
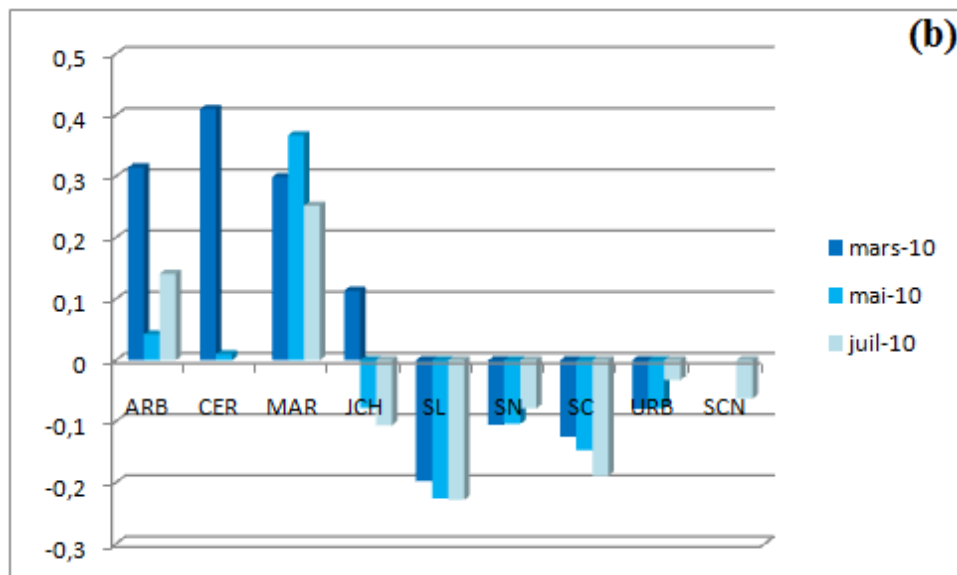
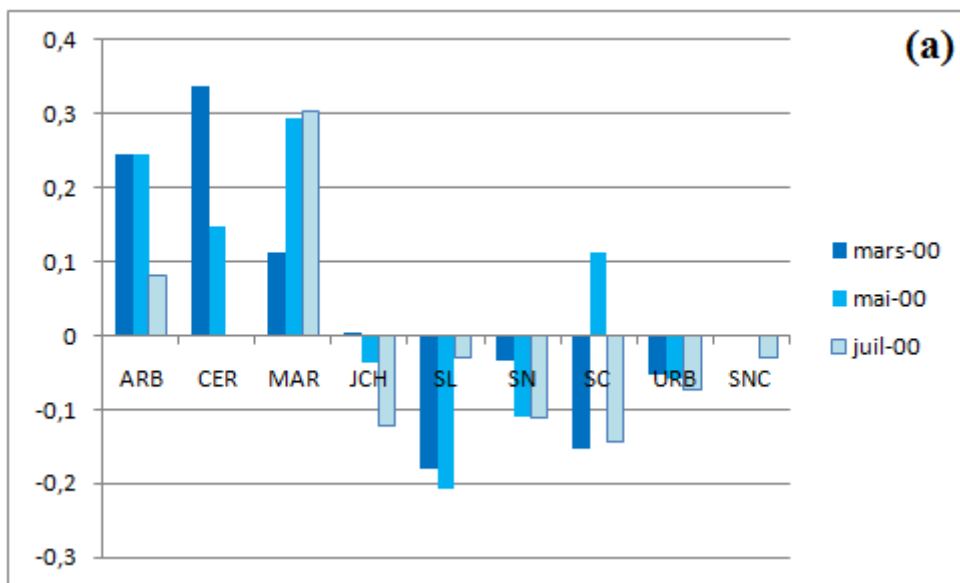


Figure 17: Evolution d'indice de Brillance IBC² des classe durant (a) 2000 (b) 2010 (c) 2017.

IV.4.1.3. Indice de l'humidité normalisée

Les résultats relatifs au NDMI représentées sur la figure 18, elles montrent que l'humidité de végétation augmente en mois de mars et diminué en mois de juillet pour les classes de végétation sauf pour les jachères nous avons observé un signal négatif pour le mois de mai et juillet, par contre pour les sous classes de sols et l'urbanisation le signal est négatif sauf pour la classe de sol cultivé en mois de mai 2000.



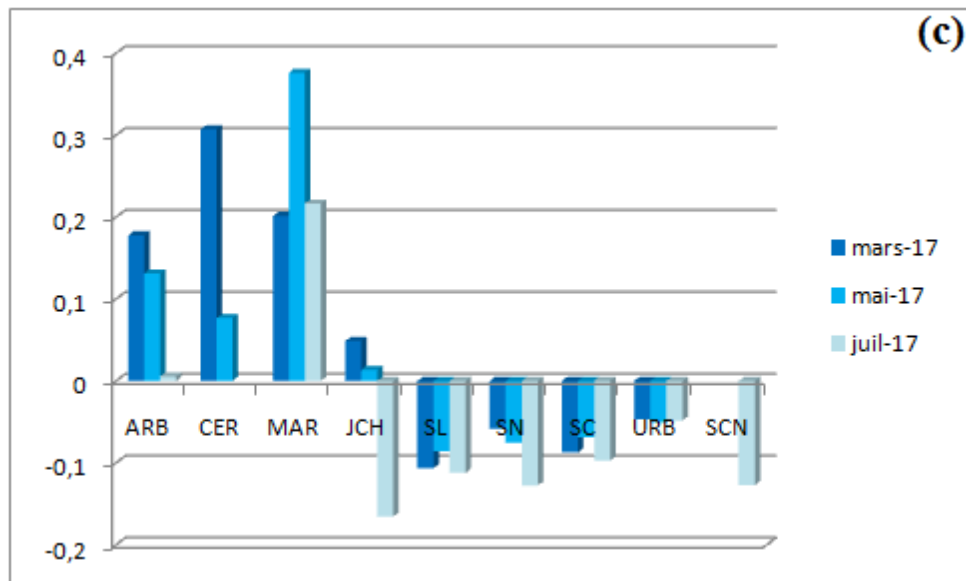


Figure 18 : Evolution d'indice de l'humidité normalisée des classe durant (a) 2000, (b) 2010 et(c) 2017.

IV.5. Détection du changement (Change Detection) :

La détection du changement est utilisée pour identifier, décrire et quantifier les différences entre les images d'une même scène à des moments différents (changement temporel) ou dans des conditions différentes (changement spatial).

Il existe plusieurs outils dans ENVI qui sont utilisés indépendamment ou en combinaison pour la détection du changement. Dans notre cas nous allons opter pour l'outil Change Detection qui offre une approche simple pour détecter les changements entre deux images l'une à l'état initial et l'autre à l'état final. Cet outil propose deux types de détection :

1. Détection du changement temporel: Ce type nous donne un tableau détaillé des modifications entre deux images de classement, et le résultat est donné sous forme de pourcentages ou superficie.
2. Détection du changement spatial: Ce type prend deux images de classification de la même scène prises à différents moments et identifie les différences entre elles pour montrer les transitions des classes. Cependant l'image résultante dans la plupart des cas semble difficile à lire (genre de grain dans l'image).

IV.5.1. La détection de changement saisonnière

Les résultats de la détection de changement sont difficile a lire dans la majorité des cartes (Annexes 19-27) pour cela nous avons utilisé les statistiques de changement représentées dans les tableaux suivants afin de comparé le changement au sein d'une même classe sauf pour la classe de céréale nous avons fait la comparaison avec la classe qui occupe la superficie des céréales (CER) en saison estivale la classe des sols cultivé nu(SCN), les résultats sont représentées en pourcentage et en superficie (Km²).

Pour les cases « différence d'image » elles indiquent le pourcentage et/ou la superficie d'augmentation d'une classe (si le chiffre est positif) ou diminution (si le chiffre est négatif),d'autre part les cases « classe change » donnent le pourcentage et/ou la superficie du changement au sein de chaque classe.

IV.5.1.1.Les résultats de la détection de changement saisonnière 2000

Tableau 9 : statistique du changement entre les images mars 2000 et mai 2000.

Classe	ARB	SC	MAR	JCH	CER	SN	SL	URB
Classe change (%)	80.208	80.311	82.423	60.758	73.878	97.443	92.565	79.486
Différence d'image(%)	-34.652	-44.799	7.530	244.697	-32.058	-49.836	-40.836	13.335
Classe change (Km²)	31.22	35.70	35.89	13.08	45.72	2.95	4.46	4.76
différence d'image(Km²)	-13.49	-19.91	3.28	52.68	-19.84	-1.51	-1.94	0.80

Tableau 10 : statistique du changement entre les images mai 2000 et juillet 2000.

classe	MAR	CER	URB	SC	SL	SN	ARB	JCH
Classe change (%)	85.866	68.493	59.519	54.550	94.590	66.449	75.293	61.255
Différence d'image(%)	-73.201	-28.072	29.269	156.875	23.796	80.498	78.287	-21.648
Classe change (Km²)	40.20	28.80	4.09	13.39	2.72	1.01	19.15	45.46
différence d'image(Km²)	-34.27	-11.80	2.01	38.49	0.68	1.22	19.91	-16.07

Tableau 11 : statistique du changement entre les images mars 2000 et juillet 2000.

Classe	ARB	SC	MAR	JCH	SL	URB	SN	CER
Classe change (%)	68.860	66.361	94.806	71.218	89.184	74.275	97.532	80.093
Différence d'image(%)	16.506	41.798	-71.183	170.122	-26.041	47.184	-8.338	-51.131
Classe change (Km ²)	26.80	29.50	41.28	15.33	4.30	4.45	2.92	49.57
différence d'image(Km ²)	6.42	18.56	-31.00	36.63	-1.25	2.83	-0.25	-31.65

Les statistiques de changement saisonnières entre mars et juillet 2000 (Tableau 11) montrent une augmentation de superficie pour les arboricultures, sols cultivé, jachère et urbanisation contre la diminution de superficie des maraichages, sols labourés, sols nu et céréales ; 68% de classe arboriculture a subit un changement de 16.5% au sein de même classe donc 6.42 Km² sur 26.8Km².

Pour les changements des superficies entre mars et mai nous avons remarqué une réduction des superficies des unités d'occupation végétale sauf pour les maraichages qui ont connu une augmentation.

IV.5.1.2. Les résultats de détection de changement saisonnière 2010

Tableau 12 : statistique du changement entre les images mars 2010 et mai 2010.

Classe	ARB	SL	SC	CER	URB	SN	JCH	MAR
Classe change (%)	71.535	91.258	77.617	53.425	36.515	94.569	67.587	99.670
Différence d'image(%)	51.283	161.832	18.608	25.296	10.187	-42.702	-9.162	-88.045
Classe change (Km ²)	26.41	4.52	18.45	31.05	1.74	5.01	30.41	45.43
différence d'image(Km ²)	18.94	8.01	4.42	14.70	0.49	-2.26	-4.12	-40.14

Tableau 13 : statistique de changement entre les images mai et juillet 2010

classe	ARB	SC	SL	MAR	JCH	SN	URB	CER
Classe change (%)	70.298	94.427	95.682	88.770	61.755	82.047	19.460	58.010
Différence d'image(%)	-46.596	-48.538	-65.403	593.262	17.444	555.104	201.870	-25.051
Classe change (Km ²)	39.27	26.62	12.41	4.84	25.24	2.49	1.03	42.24
différence d'image(Km ²)	-26.03	-13.69	-8.48	32.33	7.13	16.84	10.59	-18.24

Tableau 14: statistique de changement entre les images mars et juillet 2010

Classe	ARB	SC	URB	SN	SL	CER	JCH	MAR
Classe change (%)	87.285	87.760	29.314	97.554	64.249	71.252	69.792	79.654
Différence d'image(%)	-19.208	-38.962	232.621	275.013	-9.415	-6.092	6.742	-17.123
Classe change (Km ²)	32.23	20.86	1.40	5.17	3.18	41.41	31.39	36.31
différence d'image(Km ²)	-7.09	-9.26	11.08	14.57	-0.47	-3.54	3.03	-7.81

Par exemple les statistiques de changement saisonnières entre mars et juillet 2010

Le tableau 14 montrent une augmentation de superficie pour les sols nus ainsi pour les jachères et l'urbanisation contre une diminution agressive pour les arboricultures qu'on peut liée principalement au manque des précipitations pendant le mois de juillet ou au stade phénologique des arbres, nous avons observé une réduction de maraichages, sols cultivés et labourés, d'autre part les superficies des arboricultures, des cultures céréalières et des sols cultivés entre mars et mai (tableau 12) connaît un accroissement qui indique des fortes précipitations favorables au pratique agricole, la diminution de superficie des sols nus ainsi que la moyenne mensuelle des précipitations pour mai 2010 confirme notre analyse.

IV.5.1.3. Les résultats de la détection de changement saisonnière pour 2017

Tableau 15 : statistique de changement entre les images mars et mai 2017

Classe	ARB	MAR	CER	JCH	SC	SN	URB	SL
Classe change (%)	56.931	97.624	68.973	70.909	64.091	94.768	68.274	87.125
Différence d'image(%)	46.461	-70.611	-19.239	407.484	10.953	-77.054	68.229	-69.466
Classe change (Km ²)	30.82	32.73	30.35	6.63	12.25	42.97	6.92	6.66
différence d'image(Km ²)	25.15	-23.67	-8.47	38.12	2.09	-34.94	6.92	-5.31

Tableau 16: statistique de changement entre les images mai et juillet 2017

Classe	ARB	SN	URB	MAR	JCH	SL	CER	SC
Classe change (%)	76.843	94.397	49.916	99.242	51.786	85.995	86.651	95.914
Différence d'image(%)	-51.599	22.456	15.714	239.781	76.942	88.465	-58.900	-25.490
Classe change (Km ²)	60.94	9.83	8.52	9.78	24.59	2.01	30.80	20.35
différence d'image(Km ²)	-40.92	2.34	2.68	23.63	36.54	2.06	-20.94	-5.41

Tableau 17 : statistique de changement entre les images mars et juillet 2017.

Classe	ARB	JCH	MAR	SC	CER	SL	URB	SN
Classe change (%)	75.536	62.751	91.967	94.001	89.465	68.100	71.435	97.519
Différence d'image(%)	-29.095	797.749	-0.126	-17.347	-66.805	-42.455	94.699	-71.889
Classe change (Km ²)	40.89	5.87	30.83	17.97	39.37	5.20	7.24	44.22
différence d'image(Km ²)	-15.74	74.67	-0.04	-3.32	-29.40	-3.24	9.60	-32.60

D'après les résultats de détection de changement statistique pour les trois saisons, nous avons observé une réduction des superficies des cultures céréalières contre une augmentation des superficies urbaine. Les arboricultures connaissent une croissance entre mars et mai ; d'autre part on marque une augmentation des cultures maraichages entre mai et juillet 2017.

IV.5.2.La détection de changement décadaire

Les annexes 28 a 37 montrent les résultats de la détection de changement entre deux images de classification de la même scène prises à différents années pendant le même mois ; Chaque carte est accordée par les statistiques de changement représenté dans la les tableaux suivants de 18 à 26, les statistiques montrent le changement au sein d'une même classe pendant deux différentes années.

IV.5.2.1.Les résultats de détection de changement décadaire entre 2000 et 2010

Tableau 18 : statistique de changement entre les images mars 2000 et 2010

Classe	ARB	SC	MAR	JCH	SL	URB	SN	CER
Classe change (%)	71.013	85.781	77.996	74.955	83.542	81.634	95.004	68.758
Différence d'image(%)	-5.122	-46.524	4.688	108.908	2.783	-20.559	71.722	-6.099
Classe change (Km ²)	27.64	38.13	33.96	16.14	4.02	4.89	2.88	42.56
différence d'image(Km ²)	-1.99	-20.68	2.04	23.45	0.13	-1.23	2.17	-3.77

Tableau 19: statistique de changement entre les images mai 2000 et 2010

Class	CER	MAR	URB	SC	SL	ARB	JCH	SN
Classe change (%)	61.073	96.892	78.934	77.700	89.243	59.025	76.997	92.854
Différence d'image(%)	73.170	-88.361	-23.811	14.902	350.469	119.647	-44.925	67.005
Classe change (Km ²)	25.68	45.37	5.44	19.07	2.57	15.01	57.15	1.65
différence d'image(Km ²)	30.77	-41.37	-1.64	3.66	10.09	30.43	-33.34	1.19

Tableau 20 : statistique de changement entre les images juillet 2000 et 2010

Class	ARB	SC	SCN	JCH	MAR	SL	URB	SN
Classe change (%)	68.846	88.780	70.762	68.865	69.839	78.808	67.91	80.460
Différence d'image(%)	-34.207	-76.981	80.439	-17.446	201.083	25.890	79.27	617.504
Classe change (Km ²)	31.22	55.96	21.4	40.05	8.76	2.81	6	2.21
différence d'image(Km ²)	-15.51	-48.52	24.33	-10.15	25.23	0.92	7	16.92

Les statistiques montrent une variabilité remarquables pendant les dernier dix ans pour les trois mois on observe une diminution importante pour les cultures céréalières entre mars 2000 et 2010 ainsi que une réduction des arboricultures et des sols cultivés, en parallèle on remarque un accroissement pour les maraichages, les sols nus et labourés, pour l'urbanisation en remarque une réduction que peut être due au exode rurale (tableau.18).

Pour le mois de mai (tableau.19) on remarque une croissance importante pour les céréales et les sols cultivés et labourés et même pour les arboricultures et une faible augmentation de sols nus, par contre les unités de l'occupation qui ont subit une réduction c'est les jachères, les maraichages ainsi que l'urbanisation

Les statistiques de changement pour la saison estivale montre diminution des arboricultures, des sols cultivés et des jachères, d'autre part les unités qui montrent une augmentation sont les sols nus et labourés et les sols cultivés nus ainsi que les maraichages et l'urbanisation.

IV.5.2.2. Les résultats de détection de changement décadaire entre 2010 et 2017

Tableau 21 : statistique de changement entre les images mars 2010 et 2017

Classe	ARB	URB	CER	JCH	MAR	SC	SN	SL
Classe change (%)	67.374	61.304	74.244	93.440	83.994	84.364	72.480	73.358
Différence d'image(%)	46.582	112.892	-24.280	-79.159	-26.460	-19.596	783.067	57.495
Classe change (Km ²)	24.88	2.92	43.15	41.94	38.29	20.05	3.72	3.72
différence d'image(Km ²)	17.20	5.37	-14.11	-35.53	-12.06	-4.66	40.21	2.79

Tableau 22 : statistique de changement entre les images mai 2010 et 2017

Class	ARB	CER	MAR	SC	SL	URB	JCH	SN
Classe change (%)	53.116	81.974	84.129	80.529	96.953	47.050	73.38	89.113
Différence d'image(%)	42.042	-51.193	80.793	-24.786	-81.886	224.974	16.38	276.79
Classe change (Km ²)	29.64	59.69	4.58	22.71	12.49	2.47	29.94	2.46
différence d'image(Km ²)	23.46	-37.28	4.4	-6.99	-10.55	11.80	6.68	7.64

Tableau 23 : statistique de changement entre les images juillet 2010 et 2017

Class	ARB	SC	SL	URB	JCH	MAR	SN	SCN
Classe change (%)	60.287	82.601	71.629	67.705	49.266	71.194	84.69	87.364
Différence d'image(%)	28.644	8.876	-1.986	25.599	75.017	-11.378	-34.8	-73.233
Classe change (Km ²)	24.88	2.92	43.15	41.94	38.29	20.05	3.72	3.56
différence d'image(Km ²)	17.20	5.37	-14.11	35.53	-12.06	-4.66	-40.21	-2.79

Les variabilités qui apparaissent pour chaque unité de l'occupation du sol pendant juillet 2010 et 2017 montrent une croissance des superficies de l'arboriculture et des sols cultivés, d'autre part on remarque une diminution des maraichages et des jachères. Pour le mois de mai on marque une augmentation des maraichages et des arboricultures contre une diminution des superficies céréalières.

Nous avons observé une augmentation des superficies urbaine entre 2010 et 2017 qui indique l'extension urbaine et pareille pour les arboricultures pour les trois mois on marque une croissance des superficies.

IV.5.2.3. Les résultats de détection de changement décadaire entre 2000 et 2017

Tableau 24 : statistique de détection de changement entre les images mars 2000 et 2017.

Classe	ARB	SC	MAR	JCH	SL	URB	CER	SN
Classe change (%)	62.934	87.702	88.233	97.070	74.738	80.780	77.407	72.305
Différence d'image (%)	39.074	-57.003	-23.013	-56.544	58.614	72.334	-28.898	1492.760
Classe change (Km ²)	24.49	38.99	38.42	20.90	3.6	4.75	47.91	2.06
différence d'image (Km ²)	-15.21	-25.34	-10.02	-12.17	2.82	4.25	-17.89	42.49

Tableau 25 : statistique de détection de changement entre les images mai 2000 et 2017

Class	ARB	CER	MAR	SC	SL	URB	JCH	SN
Classe change (%)	53.116	81.974	84.129	80.529	96.953	47.050	73.38	89.113
Différence d'image (%)	42.042	-51.193	80.793	-24.786	-81.886	224.974	16.38	276.79
Classe change (Km ²)	29.64	59.69	4.58	22.71	12.49	2.47	29.94	2.46
différence d'image (Km ²)	23.46	-37.28	4.4	-6.99	-10.55	11.80	6.68	7.64

Tableau 26 : statistique de détection de changement entre les images juillet 2000 et 2017

Class	ARB	JCH	MAR	SCN	SC	SL	SN	URB
Classe change (%)	70.283	55.720	69.717	93.704	87.785	83.683	87.275	66.038
Différence d'image (%)	-15.258	44.424	166.82	-51.704	-74.909	23.390	420.85	124.708
Classe change (Km ²)	31.83	32.40	8.75	28.34	55.27	2.98	2.14	5.80
différence d'image (Km ²)	-6.91	25.83	20.93	-15.64	-47.16	0.83	10.30	10.95

Les statistiques de changements entre 2000 et 2017 montres des variations remarquables pour la modification qui apparait entre mars 2000 et 2017, on marque une augmentation agressive de l'urbanisation et des sols nus, cette extension n'a pas épargné les terres agricoles, il apparait clairement la réduction des terres arables.

Pour les modifications durant le mois de mai pendant ces sept années on observe une augmentation pour les arboricultures, les maraichages, jachère, sols nus et urbanisation avec une diminution des céréales et des sols cultivés qui peut être due au régime pluviométrique.

Pour les changements de mois de juillet on observe une réduction de superficie pour les arboricultures et les sols cultivés nus et même pour les sols cultivés nus suite à une augmentation des sols nus et de l'urbanisation.

Les statistiques montrent des modifications remarquables notamment entre 2000 et 2017, par exemple le mois de mars nous avons observé une diminution des arboricultures, des maraichages, des sols cultivés, des céréales ainsi des jachères ; en parallèle nous avons remarqué l'augmentation des sols labourés, des sols nus et de l'urbanisation.

La superposition des deux images issues de la classification supervisée est faite par méthode de « SPEARS TOOLS » à l'aide de l'algorithme « change détection », permet de ressortir des cartes (annexes 19-37) qui localisent les principaux changements spatiaux et temporels (à l'échelle saisonnière et décadaire) dans la zone d'étude.

IV. 6. Discussion générale

À la fin de cette analyse un lien apparaît de manière assez claire entre l'augmentation de l'urbanisation et la diminution des cultures variées entre 2000 et 2017 malgré que l'année 2017 a été plus pluvieuse que 2000 avec des précipitations annuelles qui atteignent 634,4 mm selon l'ITGC, 2017, cela indique des interventions anthropiques.

Nous avons remarqué aussi pendant les sorties de terrain que les agriculteurs s'orientent vers les arboricultures saisonnières qui reposent essentiellement sur les fortes précipitations connues pendant la saison hivernale dans la plaine de Haut Chéouli; D'après les statistiques de changement cette classe peut contenir plusieurs sous-classes spectrales avec des variations spectrales définies. En utilisant cet exemple, les sous-classes spectrales peuvent être causées par des variations dans l'âge, l'espèce, la densité des arbres ou simplement par les effets d'ombrage ou des variations dans l'illumination (Xiemen et al, 2015), et donc le classificateur peut confondre entre les classes qui ont des signatures spectrales très proches.

La variabilité produite dans l'occupation de sol et plus particulièrement dans la répartition de végétation naturelle le long de la plaine de Haut Chéouli de l'hiver à l'été est influencée par certains paramètres, qui ont une grande influence tel que le climat (précipitations,

température) et les caractéristiques édaphique de la plaine (Merouane, 2012). Il apparaît clairement l'existence d'une périodicité dans la densité de la couverture végétale qui se répète avec la même allure selon les saisons (Mokhtari, 2016).

L'étape de la classification supervisée reste une étape primordiale dans l'étude et l'interprétation des données brutes obtenues par le système de la télédétection optique, néanmoins cette démarche demeure complexe et incertaine du fait qu'elle repose sur des lois purement statistiques ou l'utilisateur doit faire tout un gymnase mathématique pour pouvoir aboutir aux résultats relativement raisonnables et fiables cette étape fournit neuf images classées ; a partir de ces cartes on peut constaté qu'on a une variation spatio-temporelle importante pour les classes de l'occupation du sol dont les sous classes de la végétation subit des changements assai remarquables que les sous classes du sols et celle de l'urbanisation, a cause de leurs signatures spectrale liées au différents stades phénologiques

Afin de confirmer ces résultats nous avons calculé l'indice de végétation (NDVI) qui est le plus significatif et qui fait partie des méthodes de traitement que l'on appelle les transformations multi spectrales (Soudani, 2006, Yahiaoui, 2011), il consiste a convertie les luminances mesuré au niveau de capteur satellitaire en grandeur ayant une signification dans le domaine de l'environnement.

Ce dernier atteint des pics qui varient pendant l'hiver selon la quantité des pluies reçu cette quantité reset plus ou moins importante ce qui favorise l'activité chlorophyllienne avec une accumulation des réserves du sol dont le végétale aura besoin pendant les périodes de stress hydrique a se manifester a partir de mois de Mai ,en effet en saison estivale les pluies sont très rares et même favorise l'aridité édaphique au niveau de la plaine .

L'indice de l'humidité normalisé est sensible aux niveaux d'humidité dans la végétation (ESRI,2009), il permet de surveiller les niveaux de sécheresse leur valeur augmente en saisons hivernale et se diminué en saison estivale. D'après les calcules de cet indice il existe une variation de valeurs pour les sous classes de végétation d'une saison a une autre et d'un mois a un autre, les valeurs minimales indiquent une saison de sécheresse par contre les valeurs maximales indiquent que l'année ou le mois sont pluvieux et parfois indique que la culture est irrigué.

Conclusión

Conclusion

Conclusion

L'apport de la télédétection dans l'étude d'occupation et d'utilisation du sol est devenu indéniable ; les progrès techniques font que nous pouvons voir et décrypter toujours plus d'information des images satellitaires, et ce fut ici l'avantage pour étudier le changement de l'occupation du sol de la plaine haut Chélif.

L'analyse chronologique de l'évolution de l'occupation du sol dans la plaine du haut Chélif durant une période de dix-sept ans qui s'étale entre l'année 2000 et 2017, et sur le plan des superficies montre que Sur l'ensemble des neuf cartes d'occupation du sol ,une grande variation des superficies pour chaque classe, en général l'utilisation du sol par la végétation est dominante la superficie couverte par la végétation dépasse celle de l'urbanisation ,d'une autre part l'urbanisation a connu une grande évolution, une concurrence spatiale est apparente entre ces unités.

La décision a été pour cette étude de trouver une méthode adaptée pour l'extraction du changement saisonnière et décadaire, qui pourrait alors être éventuellement utilisée sur les images classés.

Selon nos résultats, la méthode de classification supervisée a été tout à fait satisfaisante, même si elle reste fondamentalement plus adaptée aux images à faible résolution spatiale. En effet la résolution spatiale de 30 m du satellite LANDSAT peut engendrer une certaine erreur de surestimation surtout par rapport à les unités de l'occupation végétale, il est difficile de faire la différence entre les sous classes de végétation surtout pour les images satellitaires prises en saison hivernale,et ainsi pour l'urbanisation du fait de la proximité des sols nus, la précision n'étant parfois pas assez fine pour les différencier lors de l'utilisation de l'attribut spectral bien que celui-ci est nettement plus performant que ceux des autres capteurs à haute et très haute résolution.

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

Liste des références

Liste des références

Abdelbaki. A, 2012. Utilisation des SIG et télédétection dans l'étude de la dynamique du couvert végétal dans le sous bassin versant d'oued bouguedfine (wilaya de Chlef), Mémoire de Magister UHB Chlef, 110P.

Amokrane, A., 2010. Analyse de la variabilité spatiale de la salinité des couches de surface des sols de la plaine du Bas Cheliff, apport de la géostatistique et de la télédétection. Thèse de Magister, F.S.B – U.S.T.H.B, P85.

Bagnouls F et Gaussen H, 1953, saison sèche et indice xérothermique ; Bull. Soc Hist.NAT.Toulouse, 88p.

Bannari et al, 1995: spectrales et géomorphométriques dans un SIG pour la cartographie des aires exposées à l'érosion, Revue Télédétection, 342p.

Baret F., Guyot G., 1991. Crop biomass evaluation using radiometric measurements, Photogrammetria (PRS) ,256p.

Baret F., 1986.Contribution au suivi radiométrique de cultures de céréales. Thèse de Doctorat, Université de Paris Sud, P182.

Belhadia. M, 2016., Stratégie des producteurs laitiers et redéploiement de la filière lait, dans les plaines du Haut CHELIF: formaliser l'informel, Thèse de Doctorat, ENSA-ALGER. 282p.

Bengueria A, 2011, Evolution du phénomène de désertification dans le sud oranais (Algérie), Thèse de Doctorat, Université de Tlemcen, 152p.

Benhadj. I., 2008, Observation spatiale de l'irrigation d'agrosystèmes semi-arides et Gestion durable, Thèse de Doctorat Université Toulouse III - Paul Sabatier, 298P.

Bonn F., Rochon. G.1992.Précis de télédétection, Vol. I,. Principes et méthodes. PUQ/AUPELF , Sainte-Foy, P485.

Bouhini H, Beghdadi Y., 2017. Vulnérabilité des eaux souterraines à la contamination par les nitrates en milieu agricole. Application à la nappe du Haut Cheliff » mémoire de Master, Université de Khemis Miliana.

Boulaine J., 1957. Etude des sols des plaines du Cheliff. Thèse d'état de l'Université d'Alger, 582 p.

Liste des références

Caloz. R, 1992, Télédétection satellitaire, cours école polytechnique Fédérale de Lausanne, Département Génie Rural, Lausanne, P136.

CCT, 2008. Notion fondamentales de télédétection, Un cours tutoriel du Centre canadien de télédétection, P 266.

CERTU, 2005. Les bases de données géographiques sur l'occupation du sol : Descriptif de 06 bases de données, Centre d'étude sur les réseaux, les transports et urbanisation, Lyon – France ; adresse électronique : <http://www.certu.fr>.

Claverie, V Et al, 2012, Maize and sunflower biomass estimation in southwest France using high spatial and temporal resolution remote sensing data. Remote Sensing of Environment, 857p.

Deshayes. M et Maurel P., 1990, L'image spatiale et son contenu. CIHEAM-options méditerranéennes sur la télédétection en agriculture.

Desjardins. R, Cavayas. F. 1991, Possibilités et limites des images satellites TM LANDSAT en matière d'occupation du sol : le cas de Montréal (Québec). Cahiers de géographie du Québec, 35(94), 137–151.

Douaoui .A, et al ., 2006. Detecting salinity hazards within a semiarid context by means of combining soil and remote-sensing data. GEODERMA,

Douaoui A., 2005. Variabilité Spatiale de la salinité et sa relation avec certaines caractéristiques des sols de la plaine du Bas-Chélif .Apport de la géostatistique et de La télédétection, Thèse Doctorat d'état, INA d'Alger, 2005, 234p.

Escadafal R., 1989.Caractérisation de la surface des sols arides par observation de terrain et par télédétection. (Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération).Thèse de Doctorat, l'université de Paris VI, France, Editions de l'ORSTOM.293p.

ESRI, 2009, Environmental système research institute

FAO. 1998. FRA 2000: termes et définitions. Document de travail no.1. Programme d'évaluation des ressources forestières 2000 (Forest Resources Assessment, 2000). Département des forêts, Rome.20p. [Document internet disponible sur le site : <http://www.fao.org/forestry/fo/fra/index.jsp>.

Liste des références

- Feddema, J, 2005**, The importance of land-cover change in simulating future climates. Science, 310p.
- Fensholt R.2003**,Assesment of primary production in a semi-arid environment from satellite data :exploiting capabilities of new sensors.Institute Of Geography,University Of Copenhagen,Denmark.PhD Thesis,270P.
- Gay. M, 1999**.cours rédigé de télédétection sur la classification des images satellitales a l'Ecole Supérieur d'Agriculture de PURPAN.
- Girard M.C. et Girard C.M., 1999**. Traitement des données de télédétection. Dunod, Paris, 529 p + CD-ROM. Conférence de Pédologie Méditerranéenne, AFES, Paris.
- Guyot G., 1995**.la réflectance des couverts végétaux, photo-interprétation. P157-174.
- Guyot G., 1989**.signatures spectrales des surfaces naturelles colloque « télédétection satellitaire » paradigme.
- Houghton. R. Et al .2012**, Carbon emissions from land use and landcover change. Biogeosciences.
- IGN, 2008**. Applications de la télédétection dans l'étude de l'environnement. Institut Géographique Nationale de France, site consulté le : 14/10/2010. <http://www.ign.fr>.
- Inglada, j. et al ,2015**. Assessment of an operational system for crop type map production using high temporal and spatial resolution satellite optical imagery.
- Kerr, J. T. et Ostrovesky. M, 2003**, "From space to species: ecological applications for remote sensing." Trends in Ecology & Evolution 18(6): 299-305.
- Khadraoui. A, 1984**, Etude des fluctuations des nappes phréatiques dans les périmètres irrigués de la vallée du Cheliff. (Note interprétative de dix années de mesure). Catalogue Signalétique des ouvrages ANRH. P 35-44.
- Legoupil Jean-Claude (1974)** ; L'Agronomie Tropicale. Série 3, Agronomie Générale. Etudes Scientifiques, 29 p.
- Maini A., Agrawal V., 2007** - Satellite Technology : Principles and Applications, West Sussex, John Wiley & Sons, 558 pages.

Liste des références

Merouane B et Betouche A, 2013, Cartographie de la variabilité saisonnière de l'occupation du sol dans le Haut Chéouiff, Mémoire de Master, UDBKM.

Mokhtari. D., 2009, Apport de la télédétection dans l'évaluation de la dégradation des états de surface en milieu salin (Le Bas-Chéouiff), Mémoire de Magister UHB Chlef, 122P.

Mucher, C. et al., 1993 : Proposal for a global land use classification.

Murakami, T., et al, 2001. "Crop discrimination with multitemporal SPOT/HRV data in the Saga Plains, Japan." International Journal of Remote Sensing.

Nefidsa. K, 2013. Evolution géochimique des eaux souterraines et leurs impacts sur la qualité des sols irrigués de la plaine du Haut Cheliff, Mémoire de Magister, USTHB-ALGER.

Peduzzi, 2009, Assessing global exposure and vulnerability towards natural hazards: the Disaster Risk Index. In: Natural Hazards and Earth System Sciences, 2009, vol. 9, n° 4, p. 1149-1159. **P05**.

Pelletier.C, 2017, Cartographie de l'occupation des sols a partir des séries temporelles d'images satellitaires a hautes résolutions, Thèse de Doctorat, UT3Paul Sablier

Pielke. R, 2005, Land use and climate change. 351p.

Pouget. M, 1991, les relations sol-végétation dans les steppes sud-algéroises Tar.Doc. ORSTOM.116/1-555, Thèse de doctorat. Etat, Univ. Aix-Marseille, 1979.

Provencher L., Dubois J.M. 2003. Historique de la photo-interprétation et de ses applications au Québec depuis 1919. 71^e Congrès de l'ACFAS, Rimouski, 19-23 mai 2003, texte de 25 p.

Rainey R, 1977, rainfall : scare resource in « opportunity country » in : Hutchinson. J. (ed) : 439-455p.

Ratta y et kerlouf A, 2012, Apport de la télédétection dans la discrimination des unités pédo-paysagiques de la plaine du Haut Chéouiff, Mémoire de Master, UDBKM.

Robert. D, 2000, La télédétection : perspective analytique, Edition ESTEM. P232.

Rouse et Haas, 1973; Tucker, 1979: Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS', Third ERTS Symposium, NASA SP-351 I, 309-317. ed and Photographic Infrared Linear Combinations for Monitoring Vegetation', Remote Sensing of Environment, 8(2), 127-150., P14.

Liste des références

Rouse. J, 1974.Monitoring the vernal advancement of rectogradation of natural végétation.progress report RSC.Texas A&M University college station, Texas, USA, 93P.

Sahraoui N., 2012.Etude de coherence entre la vulnérabilité a la pollution et la qualité des eaux souterraines: Plaine de Khemis Milina. Algérie. .Mémoire de Master, Université de Khemis Miliana., 24-34p.

Soudani. K, 2005, introduction général à la télédétection cours en ligne Fac des sciences d'Orsay-Université paris Sud XI.P26.

Stott, A. et Haienes-Young, R., 1996, Linking land cover, intensity of use and botanical diversity.

Toumi S.2013.Application des techniques nucléaires de la télédétection a l'étude de l'érosion hydrique dans le bassin versant de l'oued mina. Thèse de Doctorat. ENSH-Blida.

Töyrä. et Pietroniro. A, 2005, "Towards operational monitoring of a northern wetland using geomatics-based techniques." Remote Sensing of Environment 97(2): 174-191.

Valero. S et al ,2016. Production of a dynamic cropland mask by processing remote sensing image series at high temporal and spatial resolutions. Remote Sensing, 55p.

Vannier, C. et Hubert-Moy.L, 2010, "Multiscale comparison of remote sensing data for linear woody vegetation mapping." International Journal of Remote Sensing and Remote Sensing Letters. In press.

Whitcraft A, 2015. A framework for defining spatially explicit earth observation requirements for a global agricultural monitoring initiative (GEOGLAM).

Ximens M et al, 2005.Application de la télédétection a l'étude des zones humides, identification des prairies, des roselières, des peupleraies et des gravière.134P.

Yahiaoui.I, 2016, Etudes des relations entre la végétation naturelle, la topographie et la salinité des sols dans la plaine du Bas –Chéliff .Thèse de Doctorat USTHAB, 169 P.

Yahiaoui.I, 2011, Evaluation de la dynamique spatiale de l'occupation du sol dans la plaine du Bas-Cheliff Apport de la Télédétection, Mémoire de Magister, UHB Chlef, 88P.

Liste des Annexes

Liste des annexes

Annexe 10 : Qualité de précision des classes de l'image LANDSAT Mars 2000.

Les classes	Précision pour le réalisateur (%)	Erreur d'excédents (%)	Précision pour l'utilisateur (%)	Erreur de déficits (%)
ARB	93.21	3.62	96.38	6.79
SC	99.82	0.00	100.00	0.18
MAR	69.82	12.64	87.36	30.18
JCH	91.32	29.87	70.13	8.68
SL	100.00	0.00	100.00	0.00
URB	98.04	0.85	99.15	1.96
SN	98.96	3.06	96.94	1.04
CER	86.11	25.69	74.31	13.89

Annexe 11: Qualité de précision des classes de l'image LANDSAT Mai 2000.

Les classes	Précision pour le réalisateur (%)	Erreur d'excédents (%)	Précision pour l'utilisateur (%)	Erreur de déficits (%)
CER	80.30	3.89	96.11	19.70
MAR	92.73	4.68	95.32	7.27
URB	97.28	2.91	97.09	2.72
SC	97.95	0.78	99.22	2.05
SL	100.00	0.00	100.00	0.00
SN	2.49	0.85	97.51	2.05
ARB	95.44	30.68	69.32	4.56
JCH	92.96	22.05	77.95	7.04

Annexe 12: Qualité de précision des classes de l'image LANDSAT Juillet 2000.

Les classes	Précision pour le réalisateur (%)	Erreur d'excédents (%)	Précision pour l'utilisateur (%)	Erreur de déficits (%)
ARB	94.67	1.58	98.42	5.33
JCH	98.86	1.42	98.58	1.14
MAR	98.04	7.11	92.89	1.96
SCN	100.00	0.37	99.63	0.00
SC	99.10	0.54	99.46	0.90
SL	100.00	0.00	100.00	0.00
SN	92.09	3.26	96.74	7.91
URB	95.90	8.11	91.89	4.10

Annexe 13: Qualité de précision des classes de l'image LANDSAT Mars 2010.

Les classes	Précision pour le réalisateur (%)	Erreur d'excédents (%)	Précision pour l'utilisateur (%)	Erreur de déficits (%)
URB	96.83	0.36	99.64	3.17
ARB	91.93	9.65	90.35	8.07
SN	98.59	3.45	96.55	1.41
SL	100.00	0.00	100.00	0.00
SC	97.27	0.37	99.63	2.73
CER	74.30	24.34	75.66	25.70
JCH	96.93	10.97	89.03	3.07
MAR	82.48	14.60	85.40	17.52

Liste des annexes

Annexe 14: Qualité de précision des classes de l'image LANDSAT Mai 2010.

Les classes	Précision pour le réalisateur (%)	Erreur d'excédents (%)	Précision pour l'utilisateur (%)	Erreur de déficits (%)
ARB	94.38	5.16	94.84	5.62
CER	85.15	5.16	94.84	14.85
MAR	100.00	0.41	99.59	0.00
SC	99.87	2.37	97.63	0.22
SL	96.79	3.69	96.31	3.21
URB	99.73	0.00	100.00	0.27
SN	100.00	0.32	99.68	0.00
JCH	92.88	33.08	66.92	7.12

Annexe 15: Qualité de précision des classes de l'image LANDSAT Juillet 2010.

Les classes	Précision pour le réalisateur (%)	Erreur d'excédents (%)	Précision pour l'utilisateur (%)	Erreur de déficits (%)
ARB	89.47	8.80	91.20	10.53
SC	100.00	0.00	100.00	0.00
SL	100.00	00.00	100.00	0.00
SCN	99.59	0.18	99.82	0.41
URB	100.00	0.00	100.00	0.00
SN	99.13	1.72	98.28	0.87
JCH	100.00	1.03	98.97	0.00
MAR	90.91	10.61	89.39	9.09

Annexe 16: Qualité de précision des classes de l'image LANDSAT Mars 2017.

Les classes	Précision pour le réalisateur (%)	Erreur d'excédents (%)	Précision pour l'utilisateur (%)	Erreur de déficits (%)
ARB	89.45	3.12	96.88	10.55
CER	98.20	2.30	97.70	1.80
JCH	100.00	00.00	100.00	0.00
MAR	96.99	17.22	82.78	3.01
SC	100.00	0.00	100.00	0.00
SL	100.00	0.00	100.00	0.00
SN	100.00	0.37	99.63	0.00
URB	100.00	0.00	100.00	0.00

Annexe 17: Qualité de précision des classes de l'image LANDSAT Mai 2017.

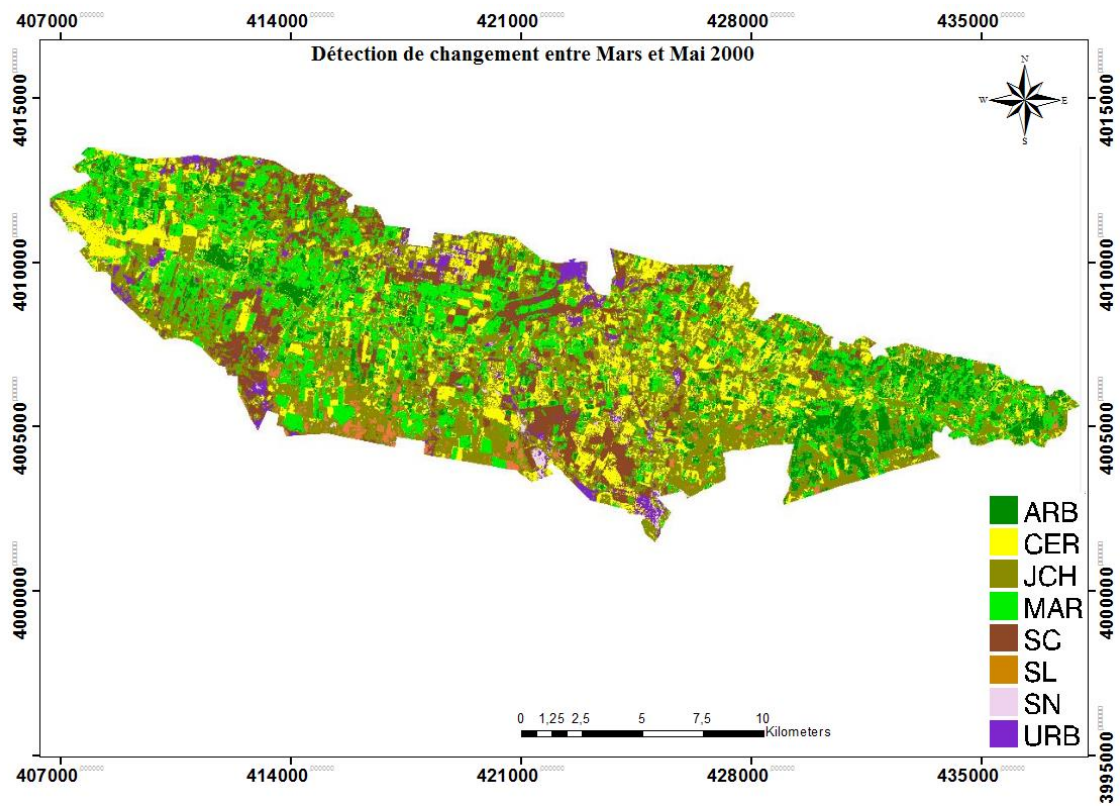
Les classes	Précision pour le réalisateur (%)	Erreur d'excédents (%)	Précision pour l'utilisateur (%)	Erreur de déficits (%)
ARB	99.47	0.13	99.87	0.53
SN	99.83	0.00	100.00	0.17
URB	100.00	0.31	99.69	0.00
SL	99.76	0.00	100.00	0.24
SC	100.00	0.00	100.00	0.00
JCH	99.71	1.99	98.01	0.29
CER	99.28	0.12	99.88	0.72
MAR	100.00	0.49	99.51	0.00

Liste des annexes

Annexe 18: Qualité de précision des classes de l'image LANDSAT Juillet 2017.

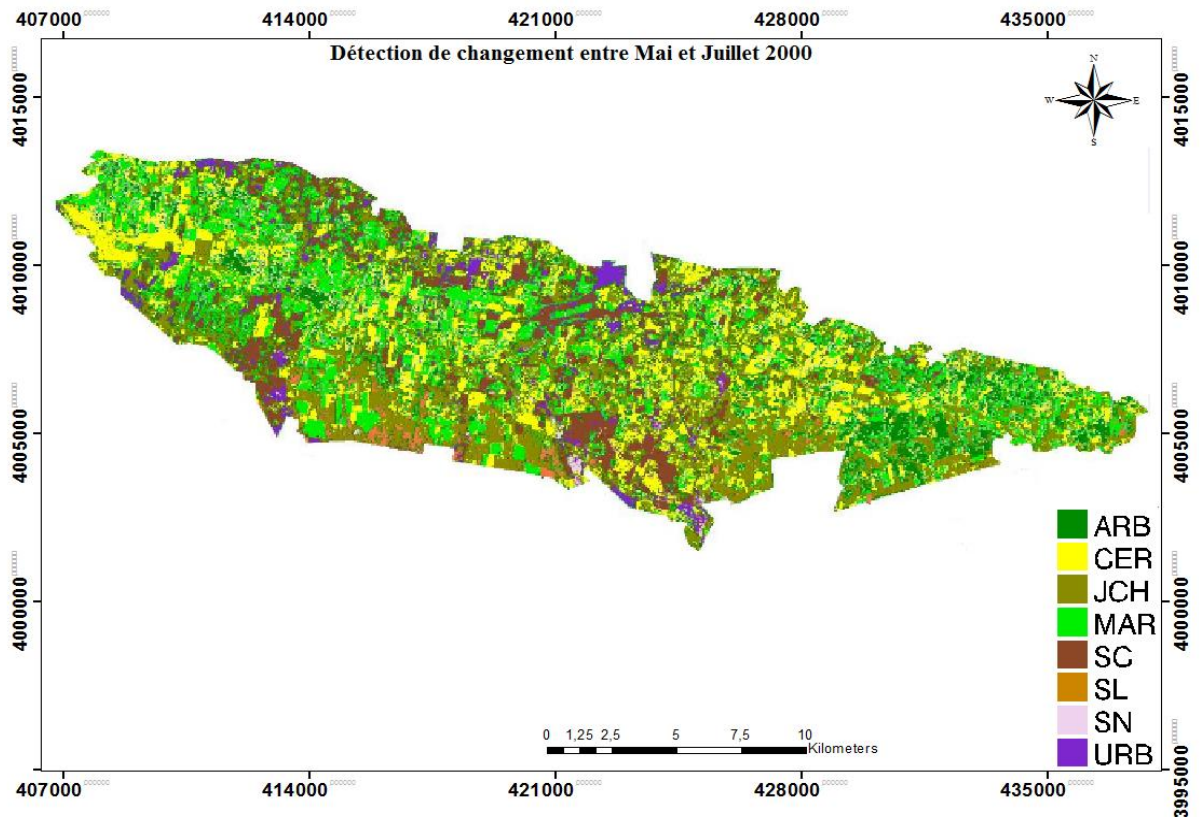
Les classes	Précision pour le réalisateur (%)	Erreur d'excédents (%)	Précision pour l'utilisateur (%)	Erreur de déficits (%)
ARB	98.14	1.00	99.00	1.86
JCH	97.37	0.34	99.66	2.63
MAR	100.00	3.78	96.22	0.00
SCN	100.00	0.65	99.35	0.00
SC	100.00	0.00	100.00	0.00
SL	100.00	0.00	100.00	0.00
SN	98.89	0.00	100.00	1.11
URB	100.00	0.00	100.00	0.00

Annexe 19 : Carte de détection de changement entre Mars et Mai 2000.

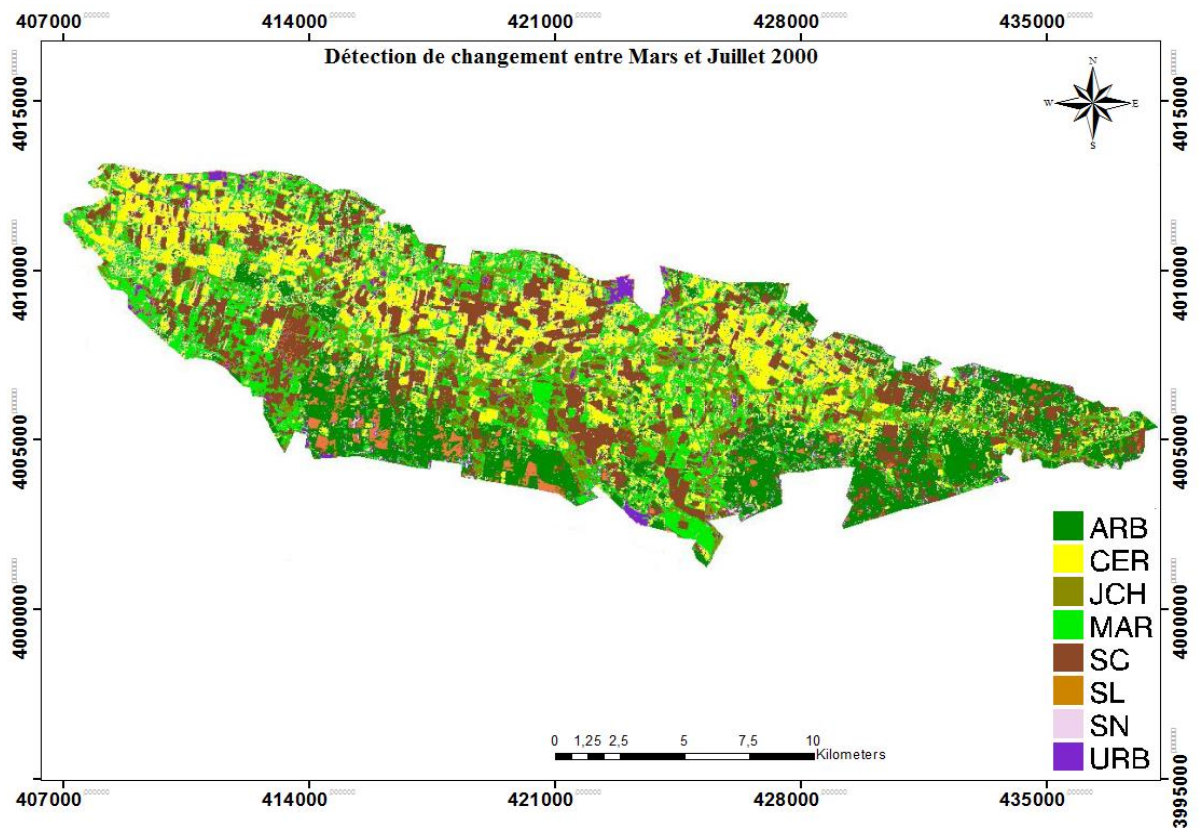


Liste des annexes

Annexe 20 : Carte de détection de changement entre Mai 2000 et juillet 2000

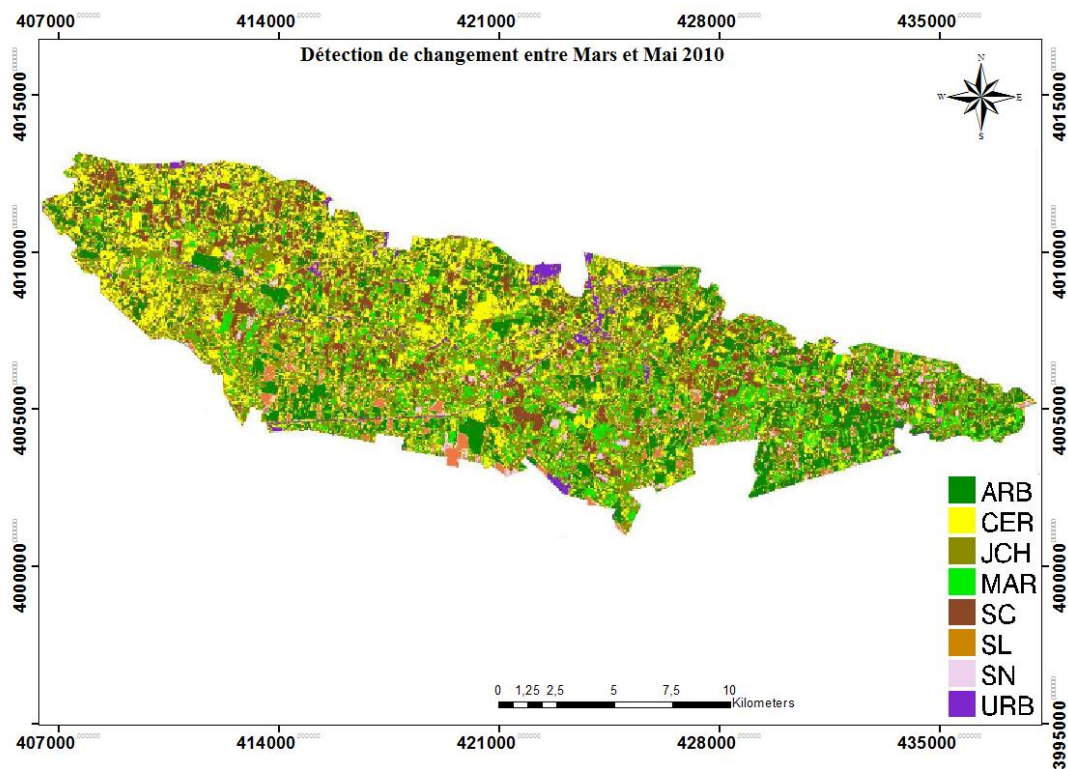


Annexe 21 : Carte de détection de changement entre mars 2000 et juillet 2000

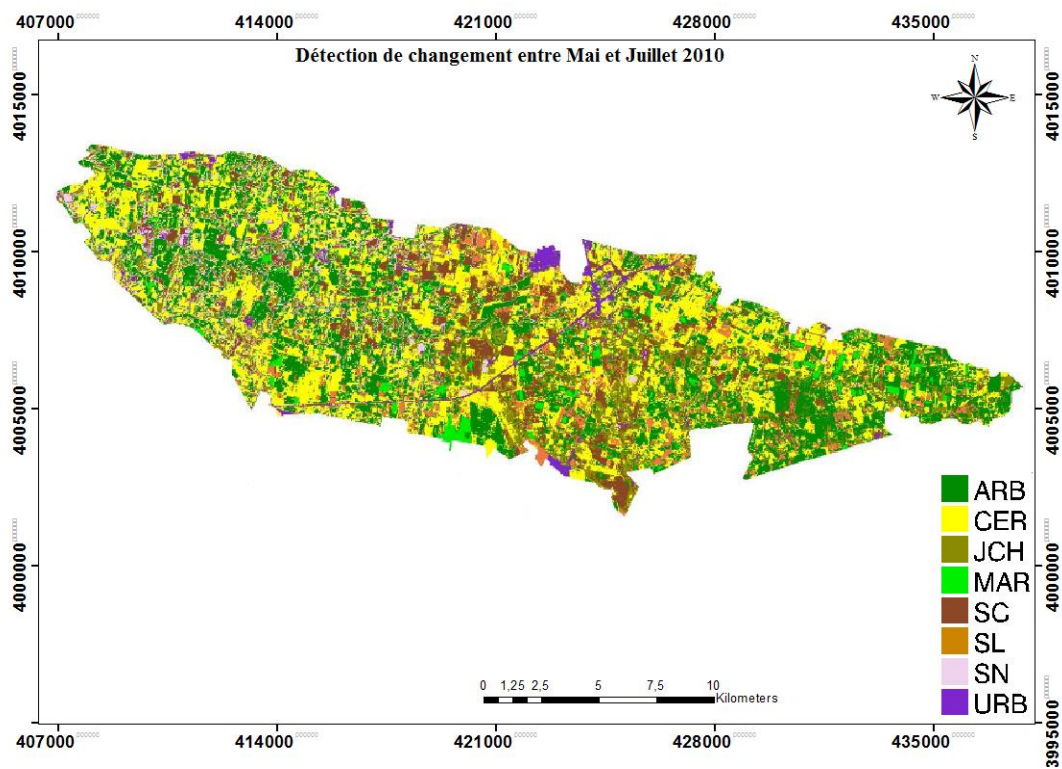


Liste des annexes

Annexe22 : Carte de détection de changement entre mars 2010 et mai 2010

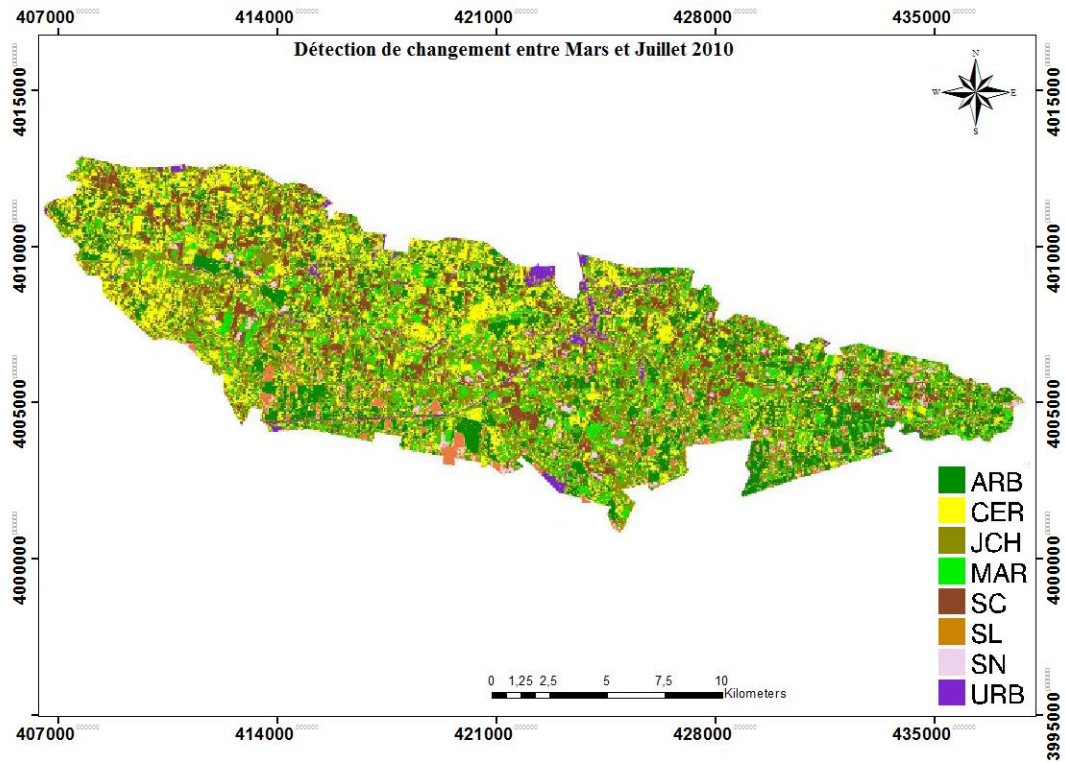


Annexe23 : Carte de détection de changement entre mai 2010 et juillet 2010

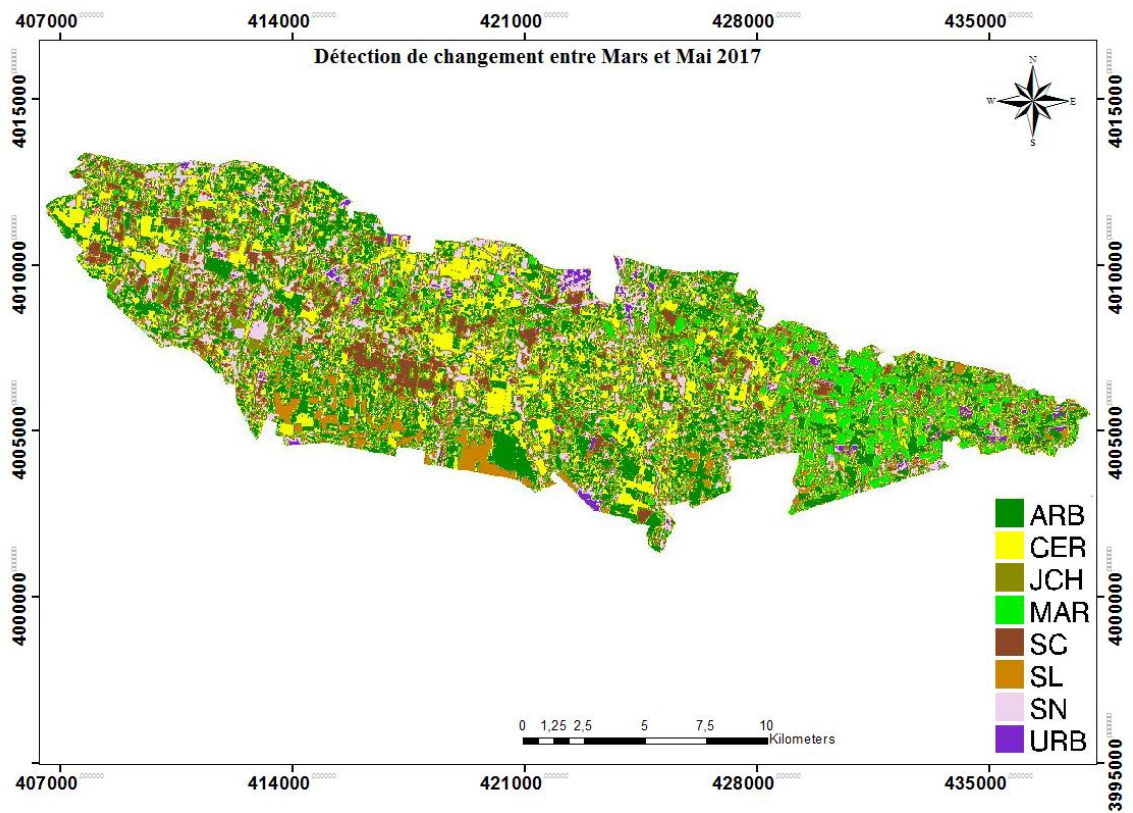


Liste des annexes

Annexe24 : Carte de détection de changement entre mars 2010 et juillet 2010

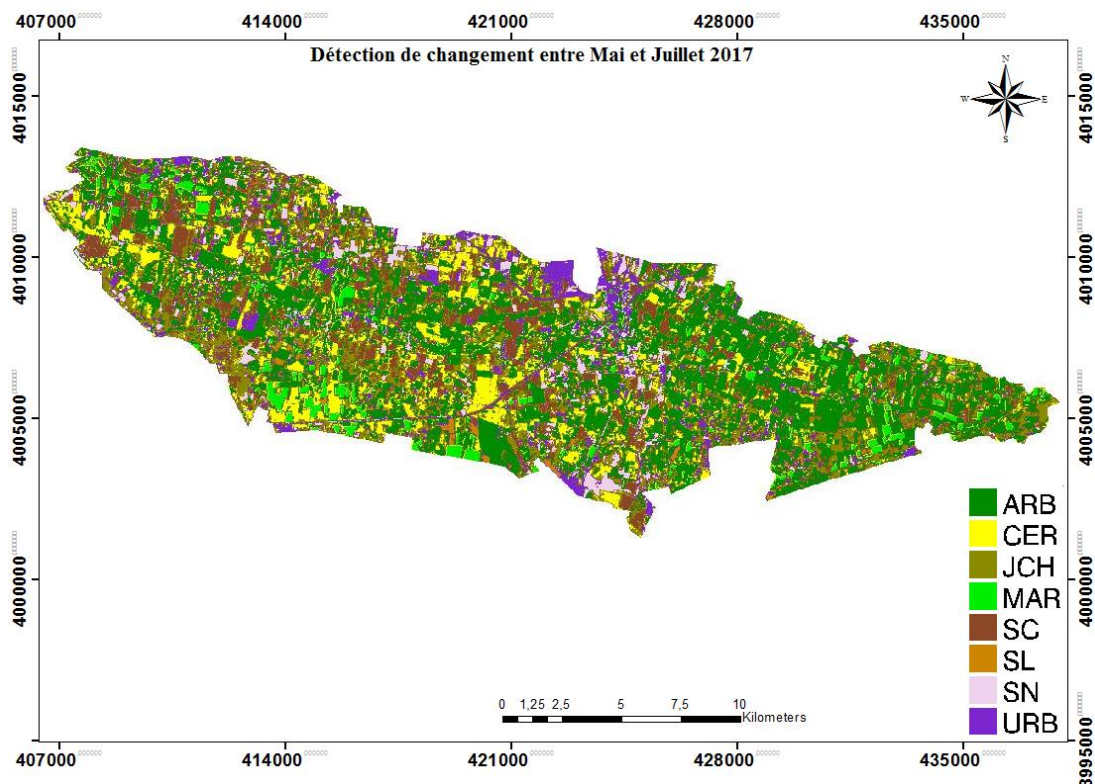


Annexe25 : Carte de détection de changement entre mars 2017 et mai 2017.

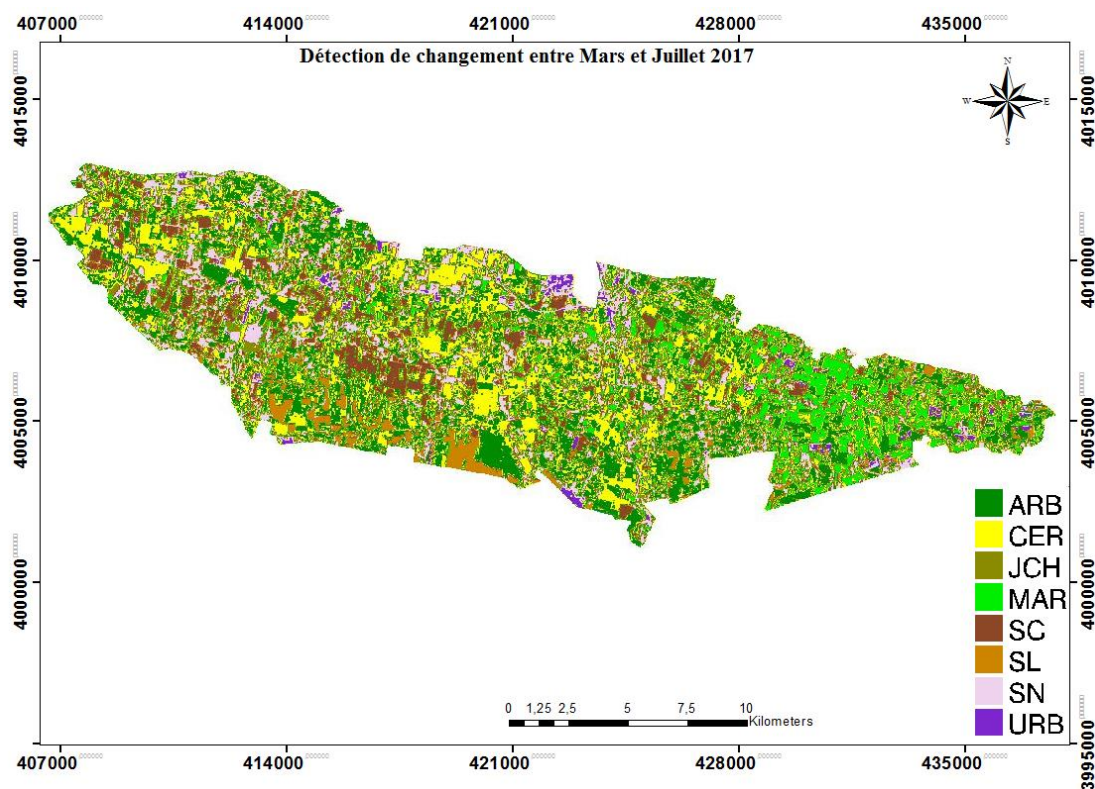


Liste des annexes

Annexe26 : Carte de détection de changement entre mai 2017 et juillet 2017

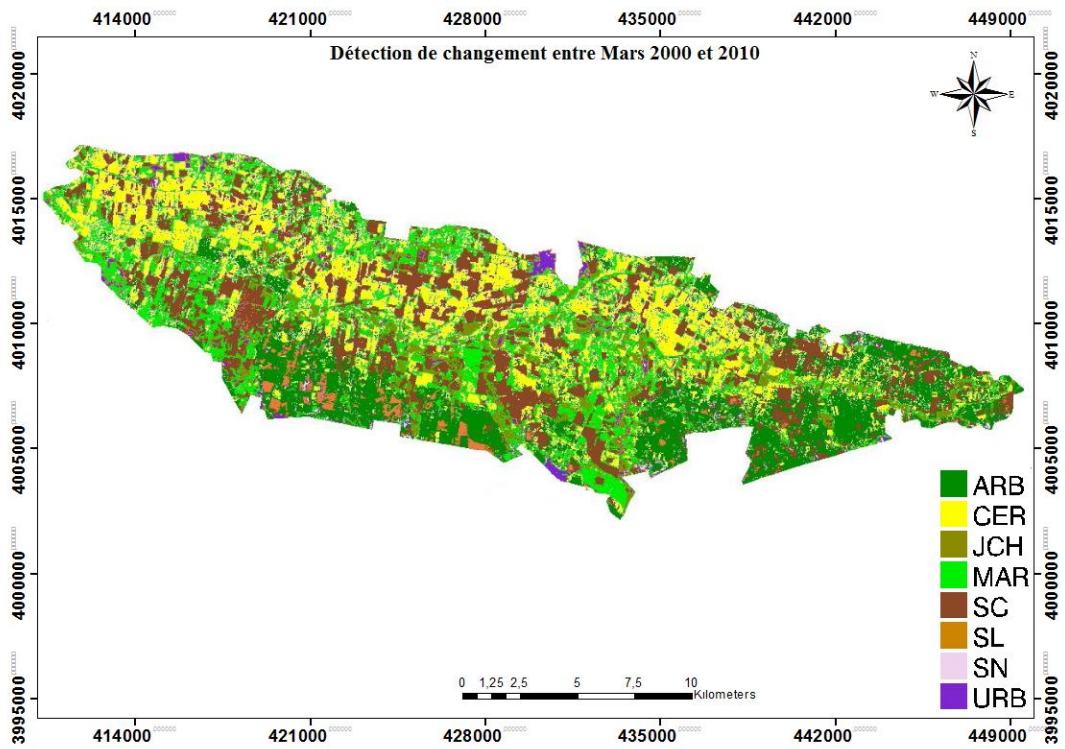


Annexe27 : Carte de détection de changement entre mars 2017 et juillet 2017

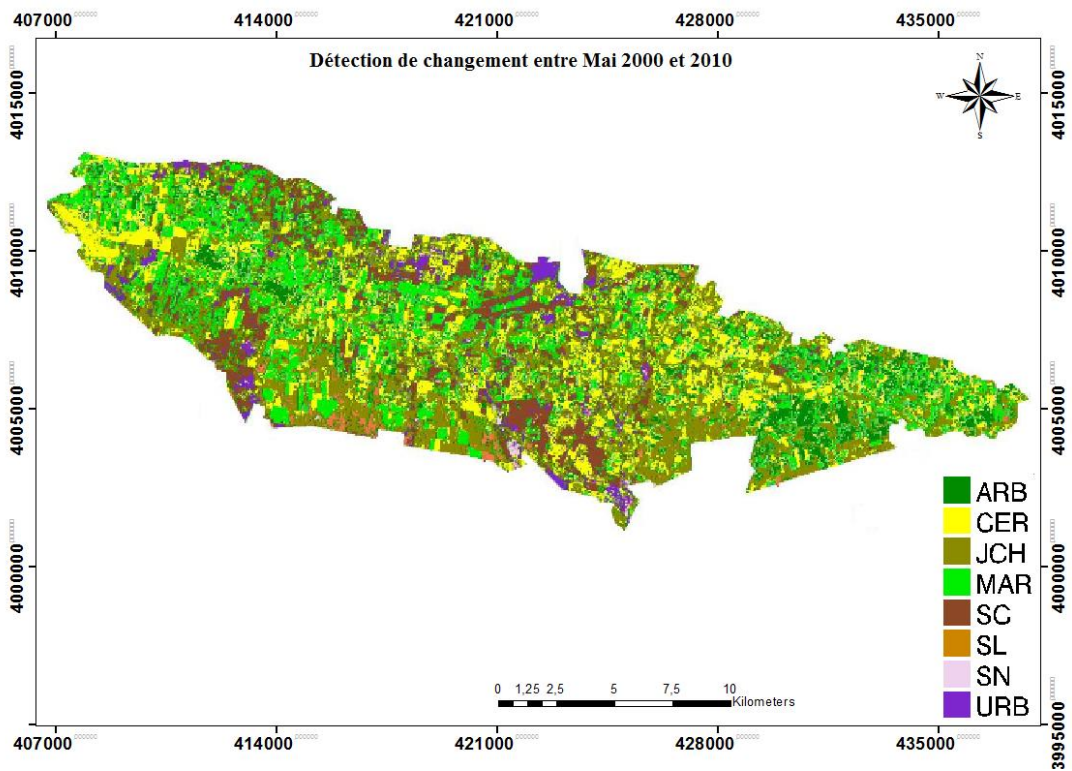


Liste des annexes

Annexe 28 : Carte de détection de changement entre mars 2000 et 2010

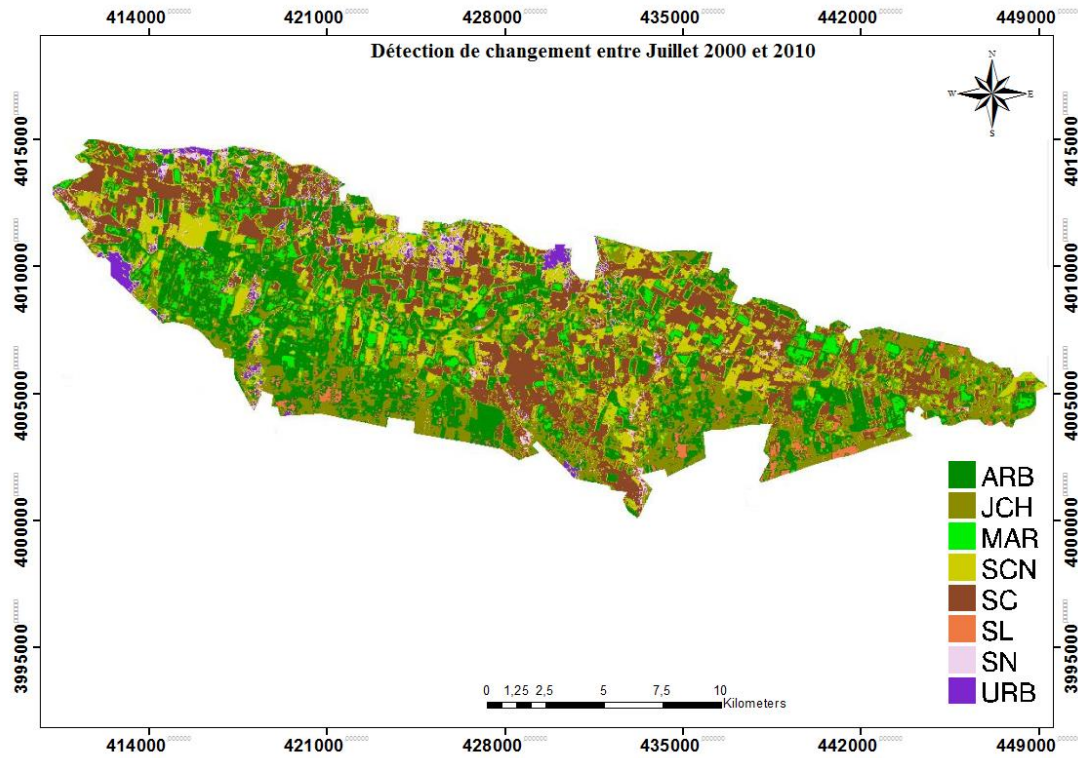


Annexe 29: Carte de détection de changement entre Mai 2000 et 2010

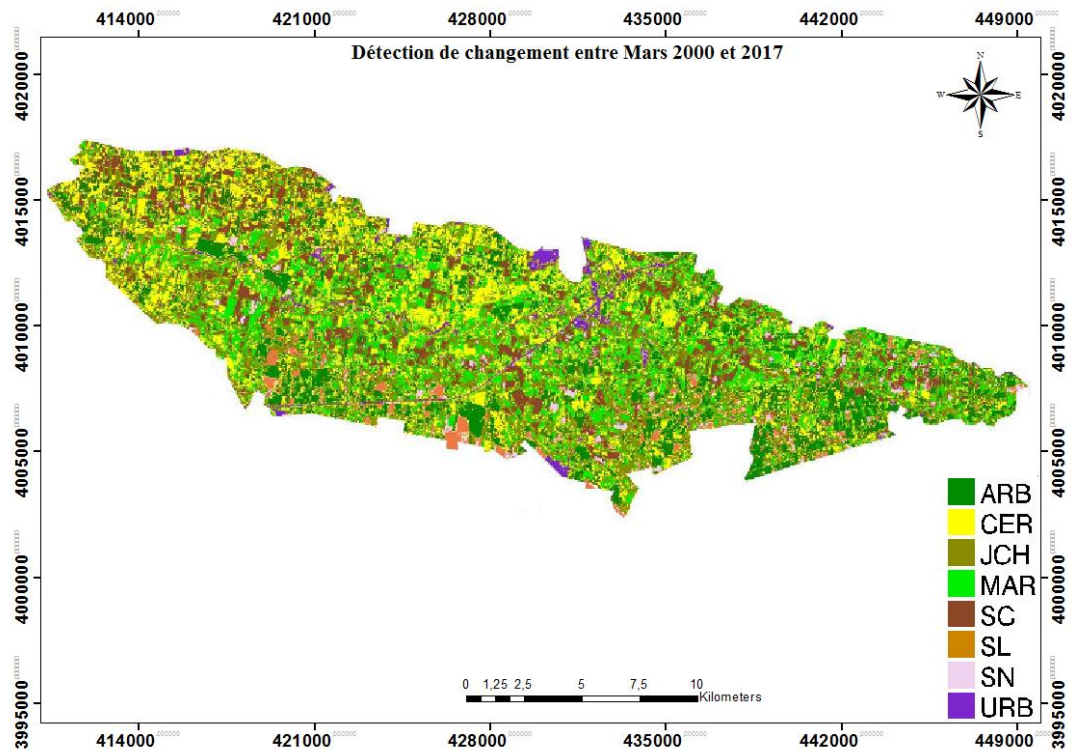


Liste des annexes

Annexe 30 : Carte de détection de changement entre juillet 2000 et 2010

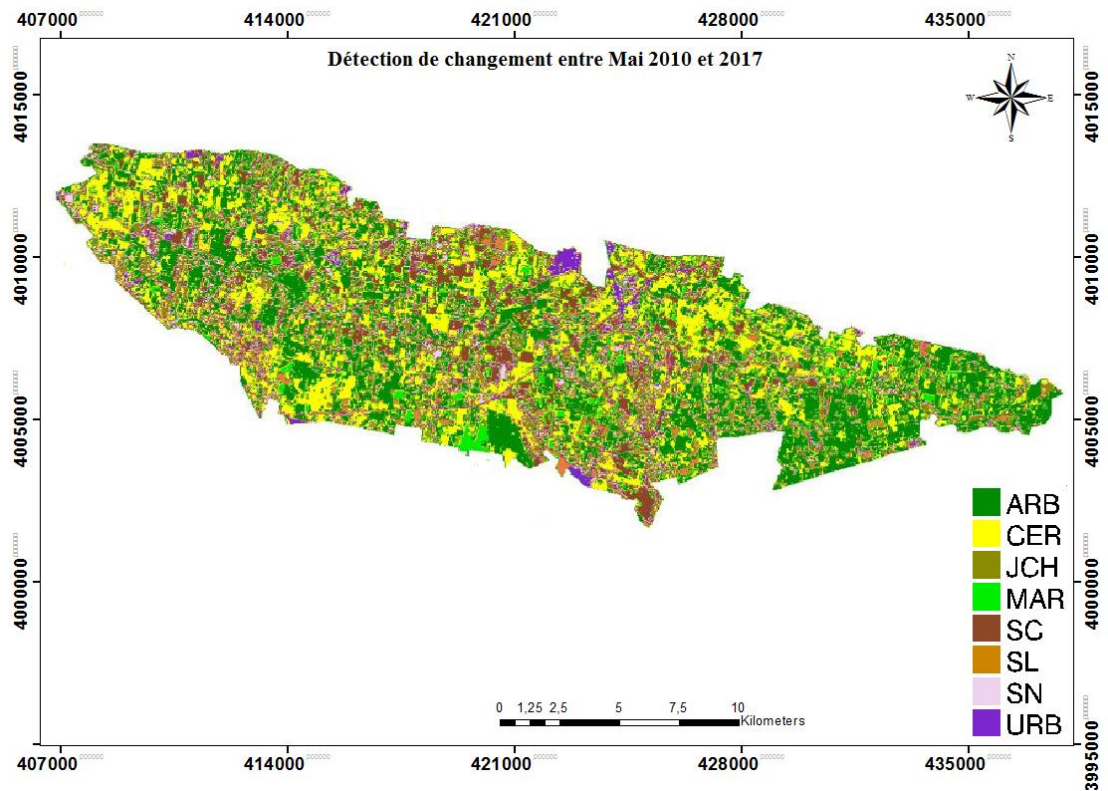


Annexe 31 : carte de détection de changement entre mars 2010 et 2017

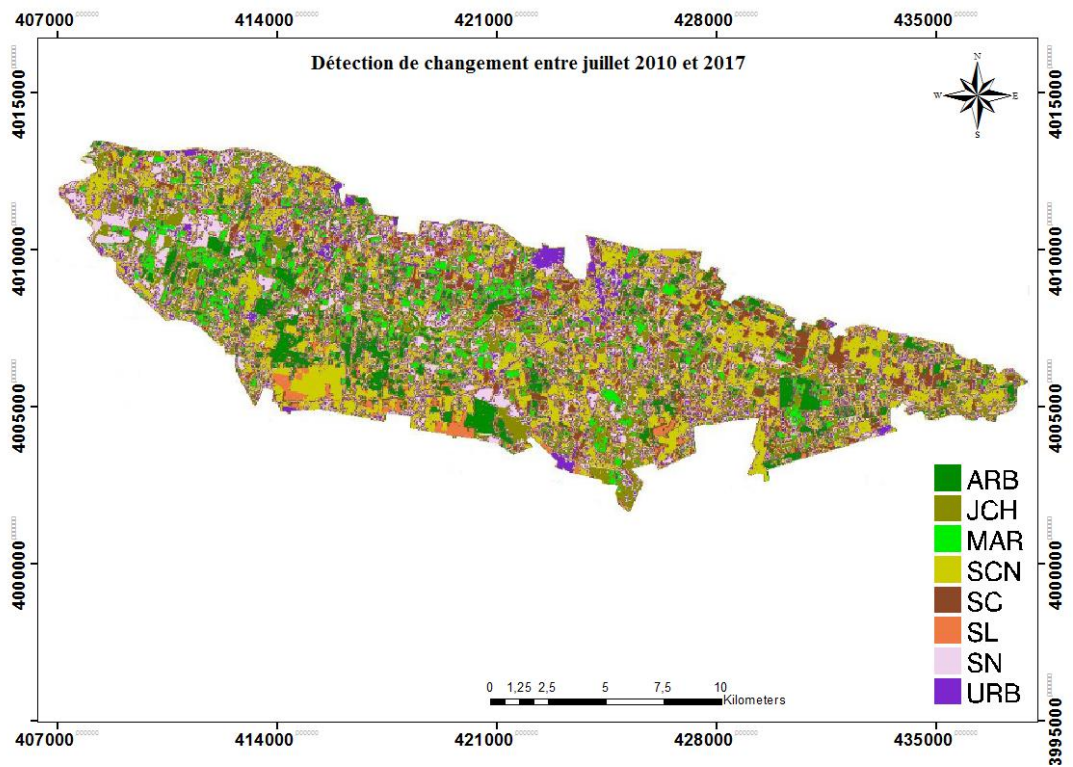


Liste des annexes

Annexe 32 : Carte de détection de changement entre mai 2010 et 2017

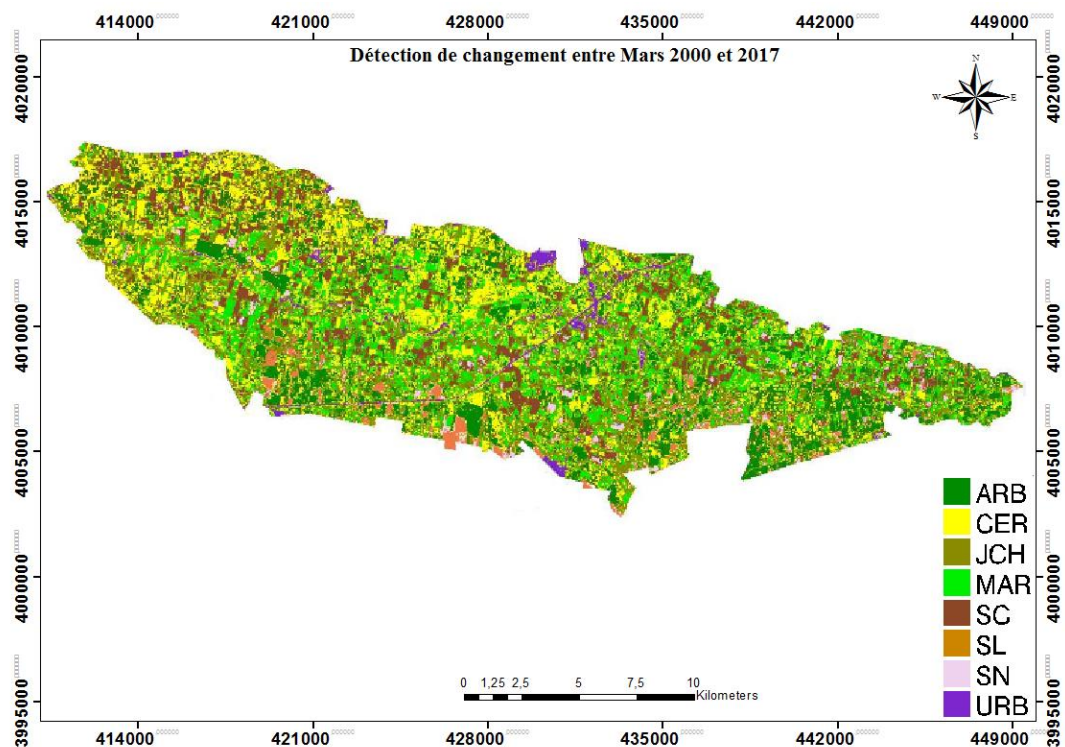


Annexe 33 : Carte de détection de changement entre juillet 2010 et 2017

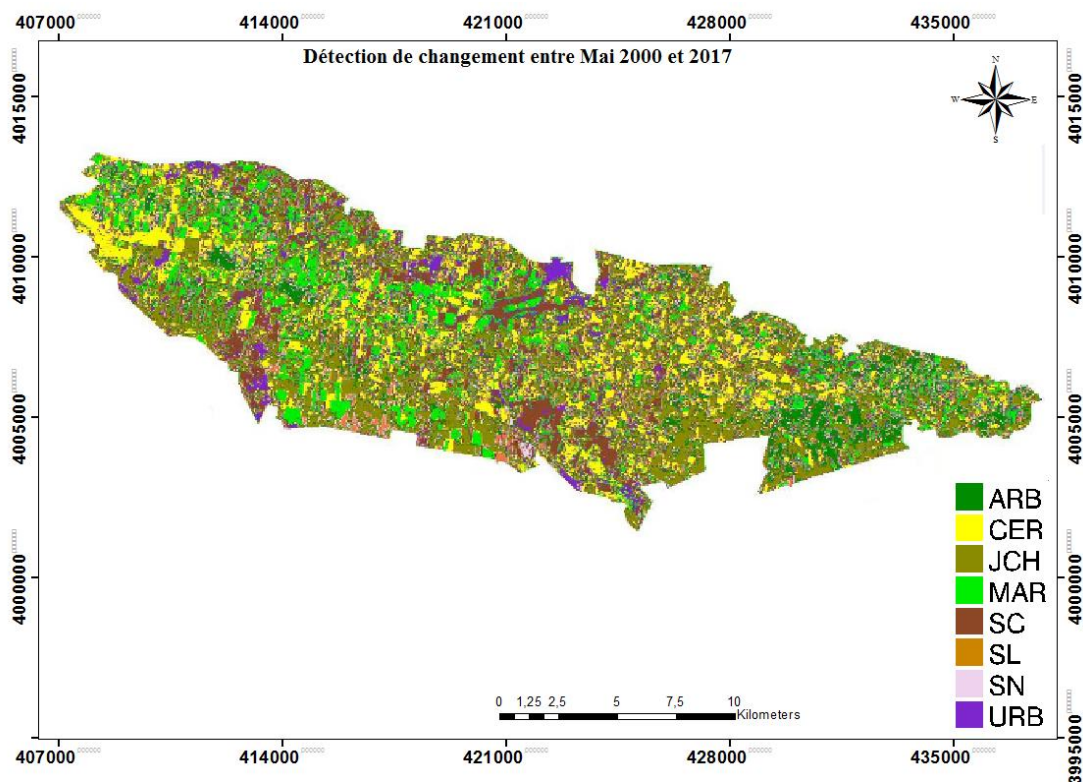


Liste des annexes

Annexe34 : Carte de détection de changement entre mars 2000 et 2017

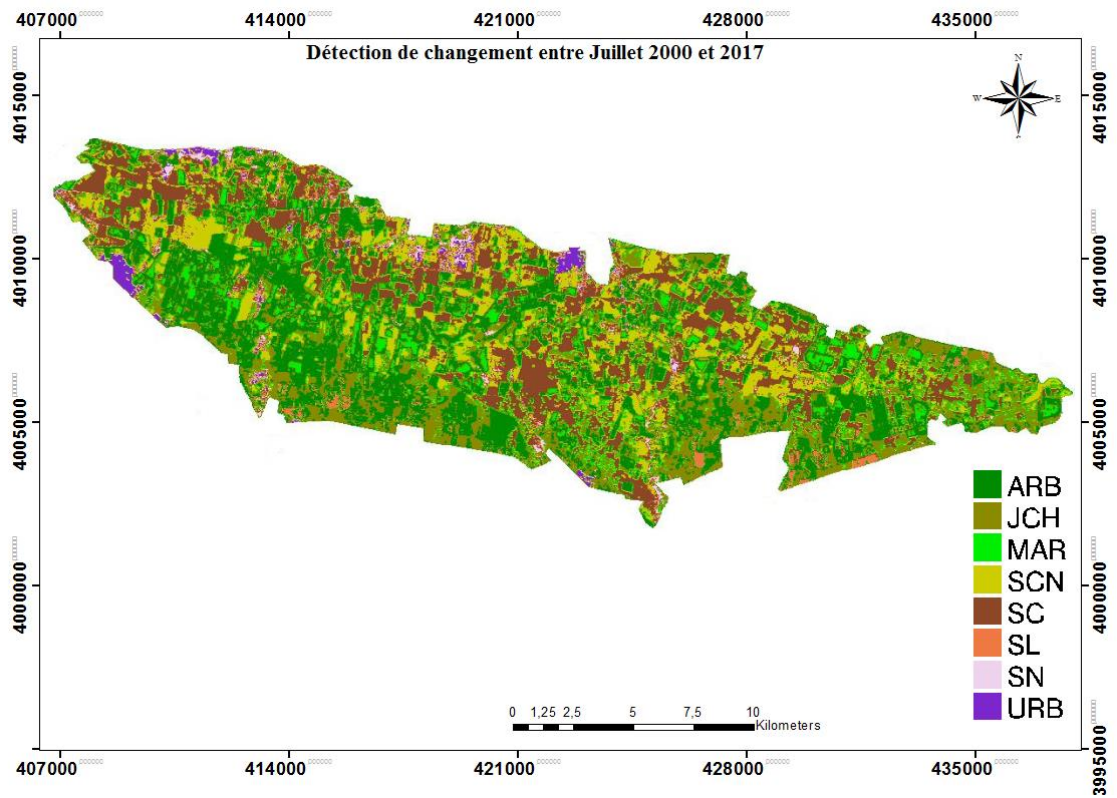


Annexe 35 : carte de détection de changement entre mai 2000 et 2017



Liste des annexes

Annexe 37 : Carte de détection de changement entre juillet 2000 et 2017



Abstract

The plain of Upper Cheliff knows an interesting spatio-temporal dynamics of the land use context. The area has an agricultural vocation that undergoes many modifications such as: anthropogenic interventions and the extension of the urbanization. In addition, the variation of the climatic factors and the pluviometric regime affecting acted the vegetation cover and the pedology of the plain during the two last decades (2000-2017). By using a time series of nine scenes of satellite image of type LANDSAT taken in various months (March, May and July) and three years representing the two decades (2000-2010 and 2010-2017). The results of our study according to the numerical analysis using the data acquired and according to detection of change show a seasonal variation and decadal on the level of the cover vegetation in particular the farming systems, taking in account, the remarkable influence of the climatic factors, as well as the urban extension of the zones during these seventeen years which did not save the arable lands.

Key words: Upper-Cheliff, Land Use, Optical Remote-sensing, Change detection,

ملخص

يعرف سهل شلف الأعلى ديناميكية مكانية وزمنية لاستخدام الأراضي، هذه المنطقة تخضع للعديد من تغيرات من خلال التدخلات البشرية، مثل الممارسات الزراعية وتوسيع المناطق العمرانية من ناحية أخرى تباين العوامل المناخية ونظام هطول الأمطار الذي أثر على الغطاء النباتي وخصائص التربة في السهل خلال العقدين الأخيرين وهذا باستخدام سلسلة زمنية من تسعة صور للقمر الصناعي لاند سات التي التقطت في أشهر مختلفة (مارس وماي وجويلية) وذلك لمدة ثلاث سنوات متمثلة في العقدين الأخيرين (2000-2010 و 2010-2017). استنادا على ما تظهره نتائج التحليل العددي بالاستعانة بالبيانات المكتسبة والكشف عن التغيير كما تظهر النتائج تبايناً موسميّ المدة عشرة سنين على مستوى الغطاء النباتي، وخاصة الأنظمة الزراعية مع مراعاة التأثير الملحوظ للعوامل المناخية، وتوسع المناطق العمرانية خلال السبعة عشر سنة الأخيرة مما أدى إلى الاستحواذ على الأراضي الزراعية.

الكلمات المفتاحية: ارتفاع الشلف، الغطاء الأرضي، الاستشعار البصري عن بعد، اكتشاف التغيير.