



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE



وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université des Frères Mentouri Constantine  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة  
كلية علوم الطبيعة و الحياة

**Département : Biologie et Ecologie Végétale**

**قسم :**

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master**

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

**Filière : Sciences Biologiques**

**Spécialité : Gestion Durable des Ecosystèmes et Protection de l'Environnement**

Intitulé :

---

Etude diachronique de la régression de la végétation  
forestière par télédétection dans le massif de  
Djebel El Ouahch (Constantine)

---

**Présenté et soutenu par : BOUZENZANA LAMIA**

**Le : 23/06/2015**

**Jury d'évaluation :**

**Président du jury :** KANOUNI Malika (MCA- UFM Constantine).

**Rapporteur :** ARFA Azzedine Mohamed Touffik (MAA- UFM Constantine).

**Examineurs :** HADEF Azzedine (MAA- UFM Constantine).

*Année universitaire*  
**2014 – 2015**



# Remerciement

*Louange à Dieu le clément, le miséricordieux, qui m'a guidé tout au long de ma vie et m'a donné le courage et la patience de mener à bien ce travail.*

*Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à Mr ARFA Azzedine Mohamed Touffik. Je le remercie de m'avoir encadré, sa disponibilité durant toutes les étapes de ce travail, ses remarques pertinentes, ses conseils, son aide, ses suggestions et sa patience ont sans cesse permis l'amélioration de la qualité de ce document.*

*Je tiens ainsi à remercier Dr. KANOUNI MALIKA., pour avoir accepté de présider le jury.*

*Je remercie également Mr HADEF AZZEDINE, pour avoir accepté d'examiner ce modeste travail et de l'attribuer des remarques et des corrections très intéressantes.*

*Je remercie aussi Pr. BENDERRAJJI M.E.H., pour son soutien et son encouragement.*

*Je remercie Pr. ALATOUC D. et Dr. BAZRI K.E.D.*

*Je remercie tout le personnel de la conservation des forêts de la wilaya de Constantine pour leur accueil et leurs contributions dans ce travail, et en particulier :*

*Mr SAIGHI M. K et Mr MEGUOURA*

*Mes grands remerciements vont aussi à ma famille, mes amis et tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour réaliser ce travail.*

# Dédicace

*Avec l'aide de dieu tout puissant, j'ai pu achever ce travail que je dédie :*

*A mon papa AZZOUZ, à qui je dois mon éducation et mon instruction, que dieu lui accorde sa grâce infinie, aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai pour vous, Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation ;*

*A ma très chère et douce maman SALIMA, qui m'a transmis la vie, l'amour, le courage, qui s'est trop inquiétée pour cette recherche, et qui a tant veillé pour moi, tu mérites tous l'amour du monde pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte ;*

*Que dieu vous protège et vous garde pour nous.*

*A ma sœur HOUDA, les mots ne peuvent résumer ma reconnaissance et mon amour à son égard, que dieu te protège mon unique amie dans les moments les plus délicats de cette vie mystérieuse;*

*A mes deux perles précieuses SOFIA et LYNA, je vous aime beaucoup mes chéries ;*

*A mon cher petit frère WASSIM présent dans tous mes moments d'examens par son soutien moral et ses belles surprises sucrées, mon ange et l'amour de ma vie, que dieu te protège ;*

*Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.*

*À mes grands-mères ;*

*À la mémoire de mes grands-pères ;*

*À mes oncles AZIZ, IYACHE et ABD LAALI*

*À mes tantes, surtout HABIBA, DIDIA, SOUMIA, DALILA, RAHIMA et  
NACIRA;*

*À mes cousins et cousines : ZIKOU, CHOUCHOU, ZAKI, AMANY et BASMA;*

*Vous avez de près ou de loin contribué à ma formation ;*

*Affectueuse reconnaissance.*

*À mes adorables amis(e)s, WARDA, HALIMA, IMEN, KENZA, SOUMIA,  
ZAHRA, LOUBNA, CHAIMA, WALID et MOHAMED*

*À tous mes amis(e)s de promotion de master, WARDA, HADJER, HAFSA,  
RIMA, HANAN, HANA et BOB.*

*Je dédie également ce travail à tous ceux qui m'ont apporté leurs savoir et contribué  
à ma formation : mes instituteurs du primaire, mes professeurs du lycée, mes  
enseignants d'université de Constantine ;*

*Mon respect et ma gratitude pour vous.*

*À toutes les personnes que j'aime...*

**BOUZENZANA LAMIA**

# SOMMAIRE

<b>Introduction</b> .....	01
<b>Chapitre I : Présentation de la zone d'étude</b> .....	02
I-1. Localisation géographique de la région d'étude .....	02
I-2. La topographie .....	03
I-2.1. L'altimétrie .....	03
I-2.2. La pente .....	04
I-2.3. L'exposition des pentes .....	05
I-3. Le sol .....	05
I-4. Le climat .....	06
I-5. La végétation .....	07
<b>Chapitre II : Matériels et méthodes</b> .....	09
II-1. Approche méthodologique .....	09
II-1.1. Acquisition des images satellitaire .....	09
II-1.2. Sélection des dates des images .....	10
II-1.3. Prétraitements .....	10
II-1.4. Calcule de l'indice de végétation NDVI .....	10
II-1.5. Classification de l'NDVI .....	11
II-1.6. Détection du changement .....	11
II-1.7. Correction et validation des résultats .....	11
II-1.8. Réalisation des cartes de synthèses .....	12
II-2. Matériels utilisés .....	12
II-2.1. Images satellitaires .....	12
II-2.2. Logiciels .....	12

<b>Chapitre III : Résultats et discussion</b> .....	15
III.1. Résultats .....	15
III.1.1. Acquisition d'images satellitaires et sélection des dates .....	15
III.1.2. Calcul de l'NDVI .....	16
III.1.3. Classification supervisée des images de l'NDVI .....	18
III.1.4. Détection des changements de la végétation entre les différentes dates .....	20
III.1.5. Correction et validation des résultats .....	24
III.2. Discussion .....	28
III.2.1. Bilan des changements de la végétation de la région de Djebel El Ouahch période 1987-2014.....	28
III.2.2. Bilan des incendies de forêt dans la région de Djebel El Ouahch .....	30
III.2.3. Bilan des reboisements forestiers dans la région de Djebel El Ouahch .....	31
<b>Conclusion</b> .....	33

## **Références bibliographiques**

## **Tables des illustrations**

# INTRODUCTION

Les forêts méditerranéennes constituent un milieu naturel fragile profondément perturbé par de multiples utilisations. Les agressions sont variables en fonction de la démographie et des besoins humains, ce qui a déterminé des phases de progression ou de régression de leurs surfaces (Quézel P., et Barbéro M., 1990).

La région de Djebel El Ouahch, située dans la wilaya de Constantine, représente un ensemble phytogéographique très remarquable, du point de vue de sa végétation et plus particulièrement de sa végétation forestière, et cela essentiellement pour des raisons géographiques, géologiques et climatiques.

L'étude de la régression de la végétation forestière dans la région de Djebel El Ouahch est un sujet qui engendre des questions très pertinentes qui méritent d'être approfondies, parmi lesquelles : le phénomène évolue-t-il dans le temps et dans l'espace ? Comment peut-on le quantifier et par quelle méthode ?

L'objectif de ce travail est l'application des techniques de traitement informatique des données géographiques provenant de la télédétection aérospatiale, sur l'écosystème forestier de la région de Djebel El Ouahch, pour quantifier l'évolution de sa régression sur une période de vingt-sept ans (1987-2014). Cette approche s'inscrit dans le cadre de la conservation et de la gestion intégrée de cet écosystème.

L'approche méthodologique consiste à détecter les changements dans le couvert végétal, à partir d'une classification supervisée de l'indice de végétation NDVI des images satellitaires acquises à différentes dates.

Les résultats de cette étude, permettront d'évaluer l'efficacité des programmes de reboisement, réalisés pour compenser les pertes engendrées par les incendies de forêt.

Enfin, toutes les données obtenues au cours de ce travail seront organisées dans une base de données géographique. Cette base de données permettra aux décideurs et gestionnaires de disposer d'informations précises et archaïques pour la gestion et la protection des ressources naturelles de la région de Djebel Ouahch.

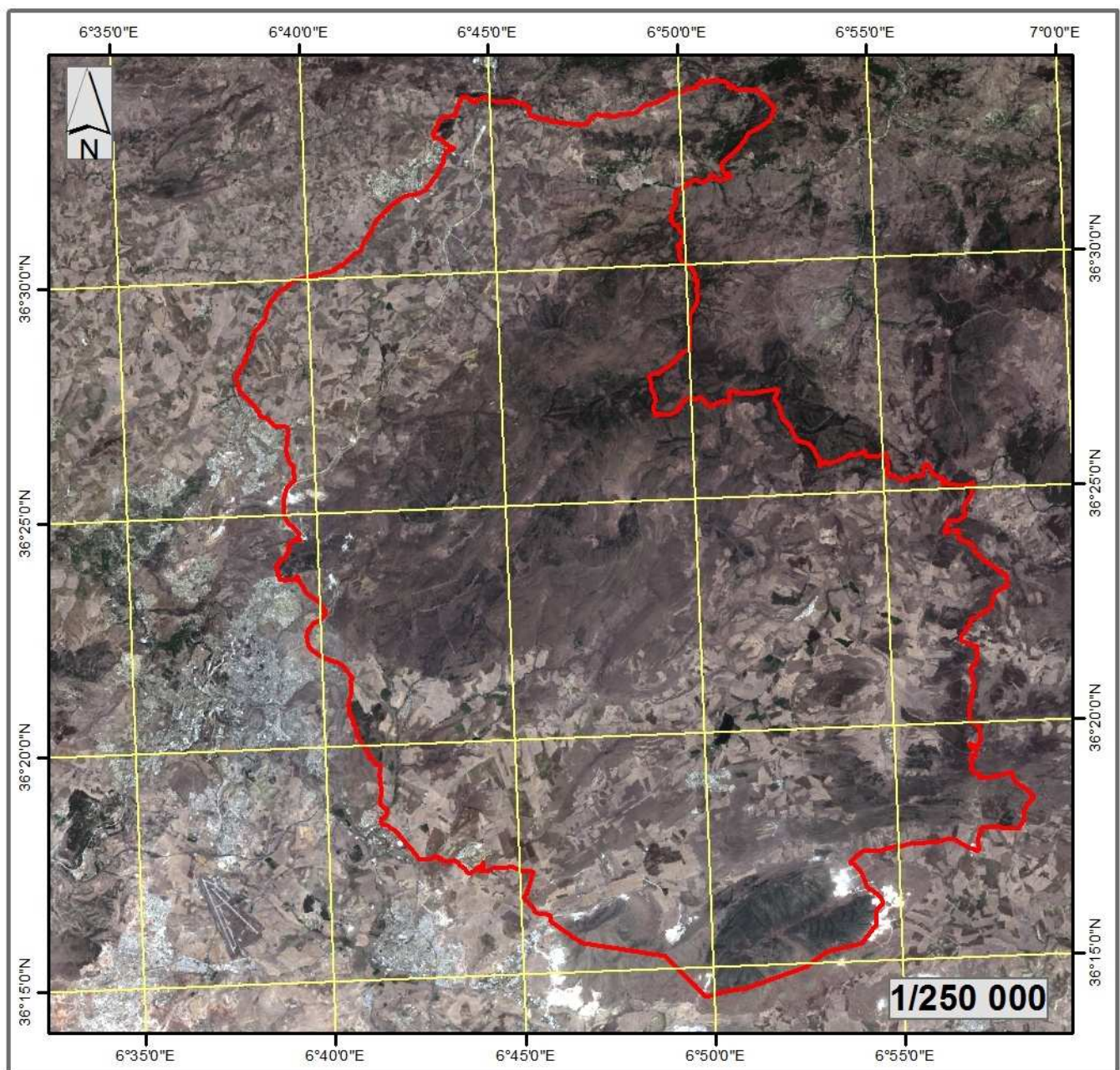


# CHAPITRE I :

## PRÉSENTATION DE LA RÉGION D'ÉTUDE

### I.1. Localisation géographique de la région d'étude

La région objet de cette étude correspond à la région de Djebel El Ouahch, située au Nord-Est de la Wilaya de Constantine, couvre une superficie de 66.535 ha. Elle est comprise entre  $36^{\circ}14'20,19''$  et  $36^{\circ}33'55,81''$  de latitude Nord et entre  $6^{\circ}38'0,82''$  et  $6^{\circ}58'37,65''$  Est des longitudes (cartes 1).



**Carte 1** : Localisation géographique de la région d'étude (image Landsat 8 OLI du 16/07/2014)

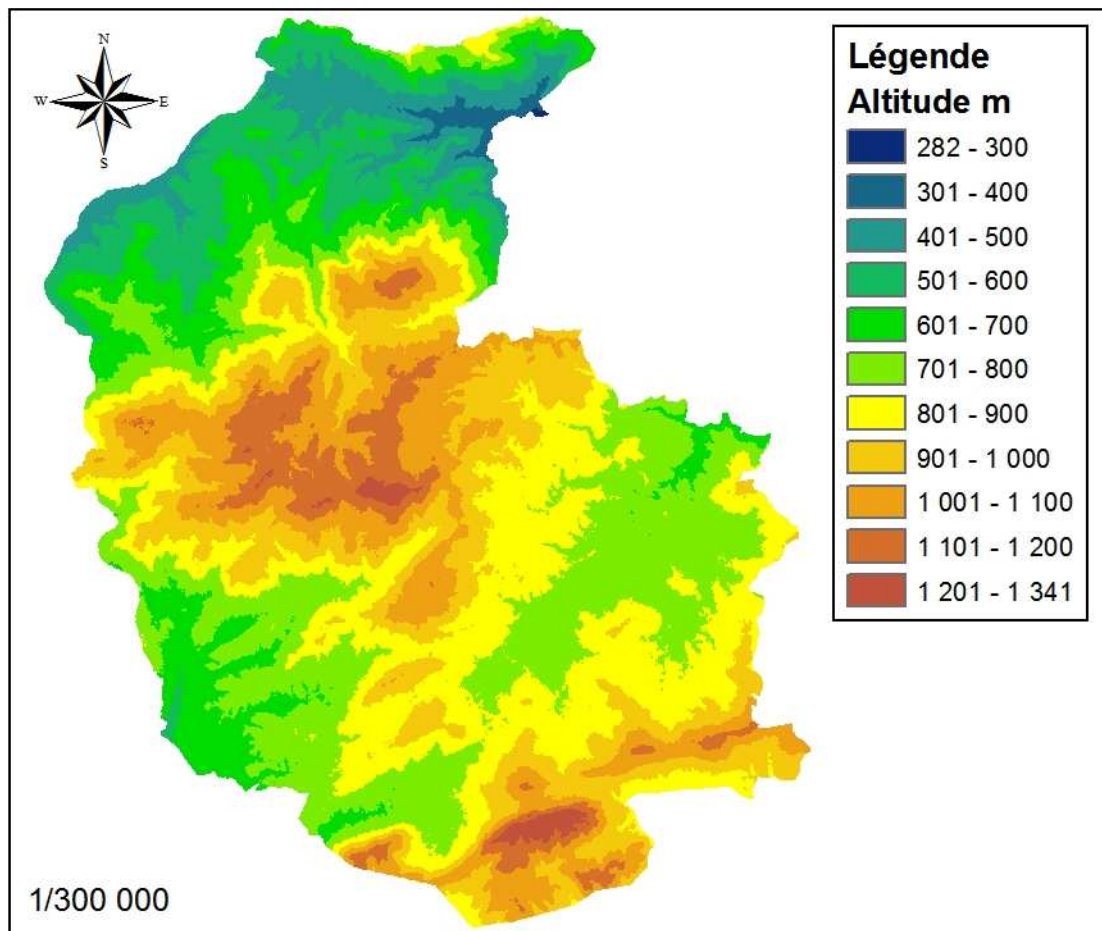
## I.2. La topographie

La région de Djebel El Ouahch est caractérisée par une topographie très accidentée, marquée par une juxtaposition de hautes plaines, de collines, de dépressions et de ruptures brutales de pentes donnant ainsi un site hétérogène.

### I.2.1. L'altimétrie

Les altitudes dans la région de Djebel El Ouahch sont comprises entre 282m (Oued Bou Karkar) et 1341m (Djebel Oum Settas), avec une altitude moyenne de 823m (carte 2).

Dans la partie nord, le territoire de Zighoud Youcef présente, aux extrémités de la commune, une région essentiellement montagneuse où dominent des reliefs avoisinant les 800m d'altitude (Djebel Cheraga 868m). A l'intérieur des cuvettes, séparées par des collines avec de longs versants incisés, occupées essentiellement par la céréaliculture (PDAU 2006),



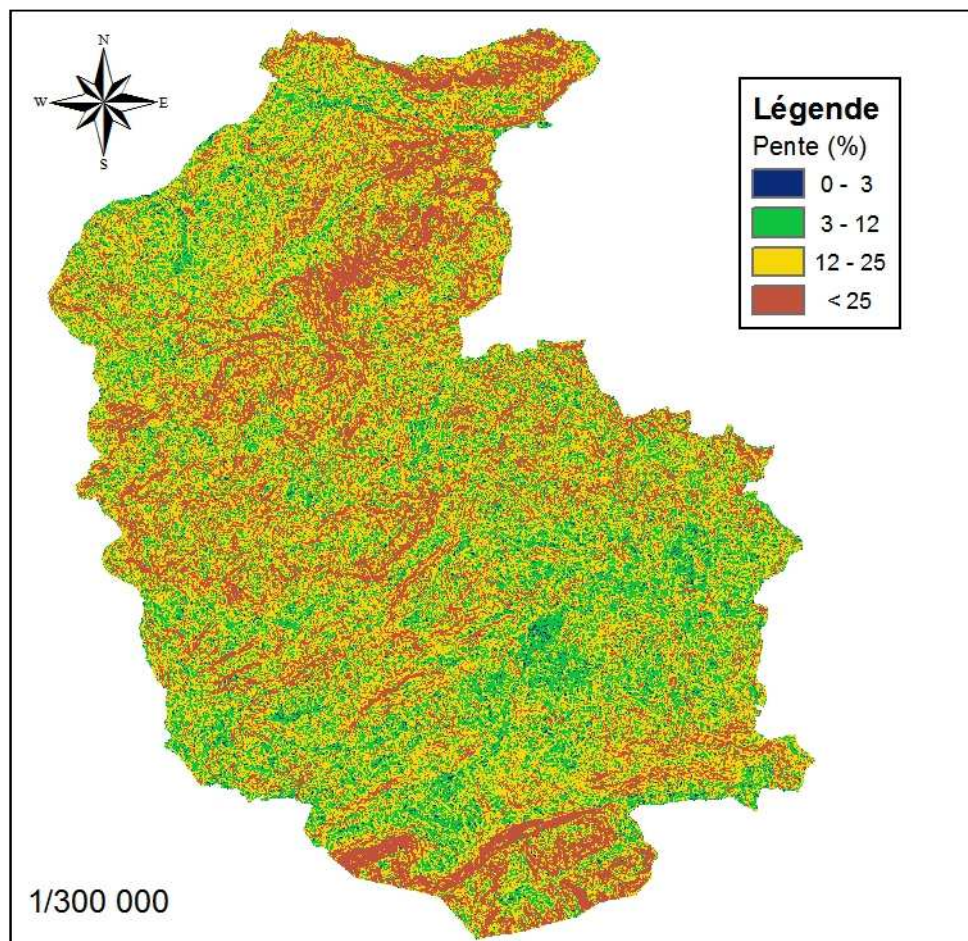
**Carte 2 :** Carte d'altitudes de la région de Djebel El Ouahch

Les communes de Constantine, El Khroub, Didouche Mourad et la partie nord d'Ibn Badis appartient au domaine des hautes plaines constantinoises, où le relief est très varié mais essentiellement montagneux, composé principalement de chaînes calcaires et marno-calcaires

dont les principaux sont : Djebel Ras Kalaa (1160m), Djebel El Ouahch (1280m) et M'zaret Sidi Chagref (1289m) qui présente une morphologie à pentes abruptes. Parallèlement à ces montagnes, une série d'envergure moins importante, sillonne la région, il s'agit de : Djebel Djenane El Lobba (1000m), Djebel Rgueb El Djemel (960m) et Djebel Ouled Selem (921m). Au Sud, la commune d'Ibn Badis est située dans une région montagneuse qui fait partie de l'Atlas tellien. Les altitudes varient entre 870 et 1320m. La plus importante chaîne de montagne est celle de Djebel Oum Settas qui s'étale vers le Sud-Est avec un sommet culminant à 1338 m (PDAU, 2010).

### I.2.2. La pente

La région de Djebel El Ouahch dispose d'un relief très morcelé et assez compartimenté composé essentiellement de zones montagneuses, de hautes plaines et de dépressions. Les pentes dominantes sont comprises entre 12 et 25 % avec une superficie de 29.995,36 ha, soit 45% de la surface totale (tableau 1). Les pentes supérieures à 25%, sont localisées dans la partie nord au niveau de Djebel Cheraga, Djebel Ras El Kalaa et Kef Lazreg, et dans la partie sud au niveau de Djebel Oum Settas (carte 3).



**Carte 3 :** Carte des pentes de la région de Djebel El Ouahch

**Tableau 1 :** Classes des pentes de la région de Djebel El Ouahch

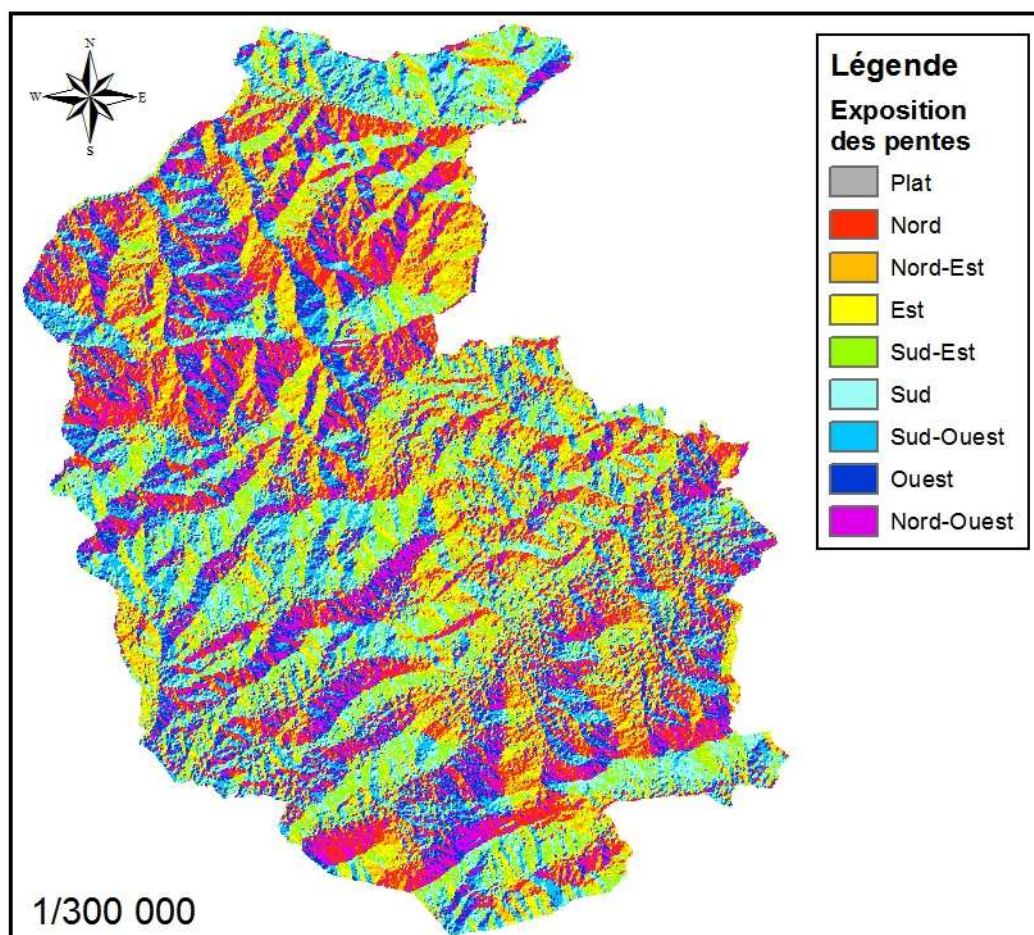
Classe de pente	0 – 3%	3 – 12%	12 – 25%	< 25%
Surface (ha)	1.118,57	17.633,46	29.995,36	17.778,45
Surface (%)	1,68	26,50	45,08	26,72

**I.2.3. L'exposition des pentes**

D'après le tableau 2, on constate qu'au niveau de la région de Djebel El Ouahch, il n'existe pas vraiment d'exposition dominante, puisque les taux d'exposition sont compris entre 11,16% (exposition Nord-Est) et 13,83% (exposition Nord-Ouest) (carte 4).

**Tableau 2 :** Orientation des pentes de la région de Djebel El Ouahch

Orientation	Plat	Nord	Nord - Est	Est	Sud-Est	Sud	Sud - Ouest	Ouest	Nord - Ouest
Surface (ha)	389,69	8822,24	7425,19	7512,99	8126,59	8985,30	7827,53	8229,85	9206,25
Surface (%)	0,58	13,26	11,16	11,29	12,21	13,50	11,76	12,37	13,83



**Carte 4 :** Carte d'exposition des pentes de la région de Djebel El Ouahch

**I.3. Le sol**

Les principaux types de sols rencontrés dans la région de Djebel El Ouahch, sont caractéristique des roches qui constitue le substrat de base. (BOULFELFEL ,1979).

**I.3.1. Les sols minéraux bruts**

Ce sont des sols peu profonds, très caillouteux en surface (blocs de grès) et dans le profil, de texture sableuse ou limono-sableuse ; et ce en raison du type de roche mère (gré numidien) ; ces sols se situent en général dans les zones montagneuses ; Djebel Djenane EL Lobba ; El Haria et Oum Settas.

**I.3.2. Les sols peu évolués**

D'une manière générale tous les sols peu évolués qu'ils soient vertiques, hydro-morphes, modaux ou autres, se rencontrent exclusivement dans les dépressions, et plus particulièrement autour des oueds et chaabets de la zone. Sur le plan géologique, ils correspondent au quaternaire moyen, il s'agit de l'alluvion déposée en terrasses recoupées par les oueds actuels.

**I.3.3. Les vertisols**

Ce type de sols se rencontre à proximité des sources, et correspondent sur le plan géologique au quaternaire ancien et surtout moyen.

**I.3.4. Les sols calcimagnétiques**

Généralement ces types de sols se rencontrent sur les reliefs, où l'action de l'eau est peu marquée. Ils ont une texture grossière à moyenne et fine en profondeur. Géologiquement, ils correspondent au mio-pliocène et au numidien.

**I.3.5. Les sols isohumiques**

Ces sols s'étendent de la dépression d'El Haria, jusqu'aux versants des massifs qui la ceinturent. Ils correspondent au quaternaire ancien, formation conglomératique d'une puissance supérieure à 50m.

**I.4. Le climat**

La région de Constantine est soumise à l'influence du climat méditerranéen caractérisé par des précipitations irrégulières, et une longue période de sécheresse estivale. Le climat est de type semi-aride frais, caractérisé par deux périodes distinctes :

- Une période sèche et chaude en été de 133 jours.
- Une période humide et froide en hiver de 197 jours.

La moyenne pluviométrique annuelle varie de 500 à 700 mm/an, les précipitations sont très variables en allant du Nord au Sud. Elles ont un rôle principal dans la régénération des

réserves d'eau. La moyenne annuelle des jours pluvieux est de 40 à 60 jours. Elles sont caractérisées par leur répartition irrégulière dans l'espace et dans le temps, souvent elles sont sous forme de grandes averses ou d'ondées instantanées (Kherief Naceraddine, 2006).

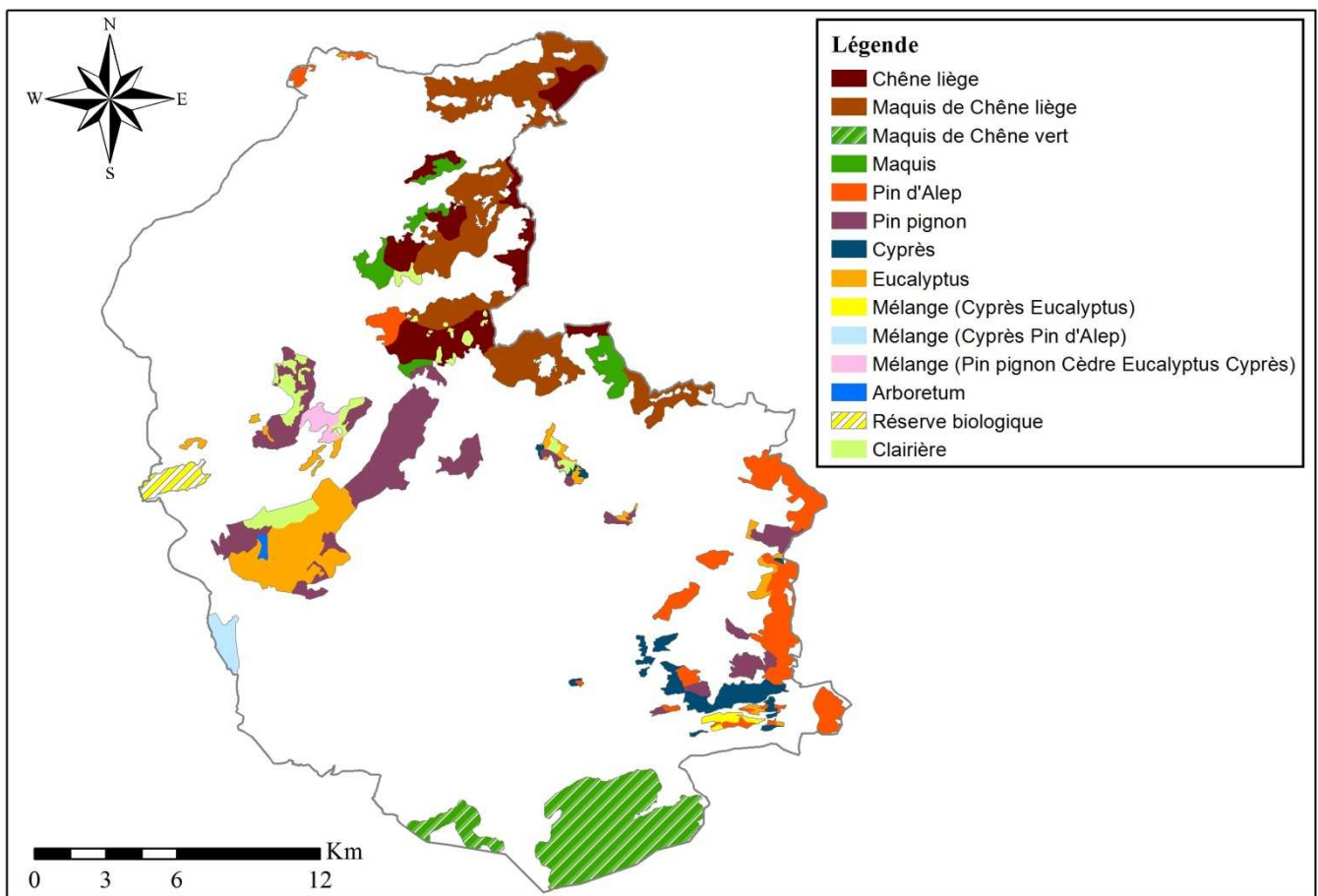
Les gelées de printemps sont plus importantes que celles de l'hiver avec une moyenne annuelle de 17 jours par an. En été le Siroco balaye la région en moyenne 20 j/an. La succession année humide deux années sèches illustre bien la menace constante de l'aridité.

Concernant la région de Djebel El Ouahch, elle est achevée sur trois étages bioclimatiques :

- l'étage subhumide à hiver frais dans la partie nord.
- l'étage subhumide à hiver doux dans la partie centre (Dépression d'El Haria).
- l'étage semi-aride à hiver frais dans la partie sud.

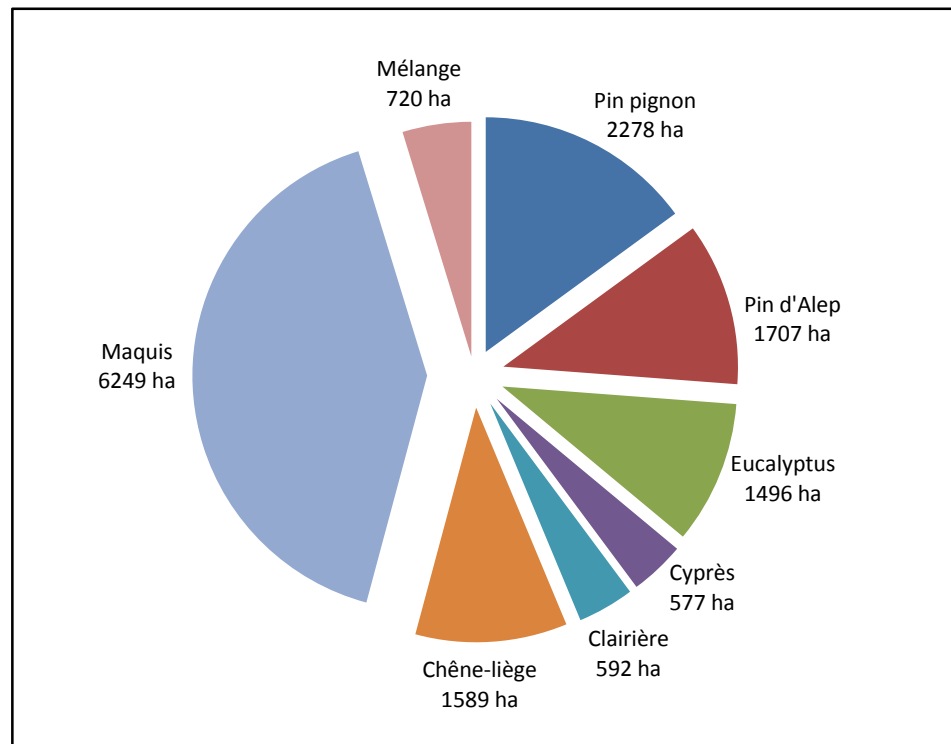
### I.5. La végétation

Les forêts de Djebel El Ouahch couvrent une superficie de 15.207,67 ha, occupent 23% du territoire de la région. Cet écosystème est très diversifié et réparti sur plusieurs massifs tels que les forêts de Kef Lekhel, Draa Ennaga, El Hambli, Tarfana et Djebel El Ouahch avec une richesse très importante (Gana, 2014) (carte 5).



Carte 5 : Peuplement forestier de la région de Djebel El Ouahch (Gana, 2014).

La strate arborée est dominée par les forêts avec 59%. A l'exception des peuplements naturels de Chêne liège, tous les peuplements à base de pin pignon, de pin d'Alep d'eucalyptus et de cyprès, sont d'origine artificielle, introduit par divers reboisements (figure 1).



**Figure 1** : Répartition des superficies forestières par type de peuplement dans la région de Djebel El Ouahch (Gana, 2014).

Le maquis occupe une surface de 6249ha soit 41% de la surface forestière. Il est composé essentiellement par :

- Des maquis de chêne vert très dégradé (Djebel Oum Settas) (2496 ha).
- Des maquis arborés de chêne liège (Tarfana, Hadadj, Guettoucha) (1333 ha).
- Des maquis dégradés au niveau de la commune de Zighoud Youcef à base de Diss, de Calycotome, et d'Asphodèle (2420 ha).

Les terrains de parcours situés sur des espaces ouverts, sont caractérisés par des espèces à haute valeur fourragère (*Dactylis glomerata*, *Leontodon hispidulus*, *Leontodon tuberosus*, *Anagallis arvensis*, *Cynodon dactylon*, *Medicago minima*, *Trifolium campestre*, *Geranium dissectum*). Ce sont des espèces de pâturages naturels qui sont le support d'un élevage bovin.

D'autres espèces, caractérisent ces parcours comme le Diss (*Ampelodesma mauritanicum*), le Calycotome épineux (*Calycotome spinosa*) et l'Asphodèle (*Asphodellus microcarpus*) qui est une espèce indicatrice d'un pacage très important.

## CHAPITRE II : MATÉRIELS ET MÉTHODES

### II.1. Approche méthodologique

L'étude diachronique de la régression de la végétation, repose sur l'analyse spatiotemporelle et le traitement des images satellitaires par télédétection. L'organigramme ci-dessous retrace les différentes étapes d'analyse et de traitement réalisées dans cette étude.

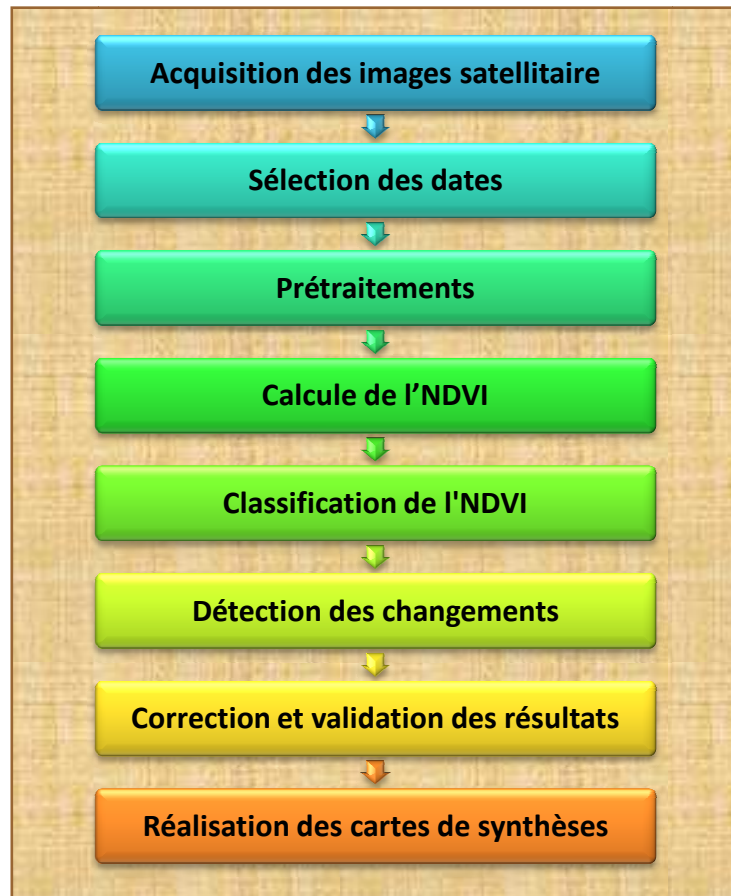


Figure 2 : Etapes d'analyse et de traitement des données satellites

#### II.1.1. Acquisition des images satellitaire

Parmi les différents types de capteur disponible, dans le spectre visible et proche-infrarouge, LANDSAT a été choisi pour deux raisons :

- ✓ C'est le plus ancien des programmes d'observation de la terre, disposant ainsi d'une importante archive d'images sur une longue période (plus de 30 ans).
- ✓ Les données LANDSAT sont disponible gratuitement sur la plateforme web du USGS « United States Geological Survey » littéralement « Institut d'études géologiques des États-Unis » qui est un organisme gouvernemental américain qui se consacre aux sciences de la Terre.



### II.1.2. Sélection des dates des images

Pour toute étude diachronique de la végétation, il est très important de bien choisir la date de prise de vue, car les conditions de terrain varient beaucoup au cours des saisons de l'année. La difficulté dans ce type d'étude est de distinguer la végétation naturelle, notamment forestière, des zones de cultures. La télédétection de la végétation étant basée sur l'activité photosynthétique, nous avons opté pour la saison sèche (de juin à septembre), car la majorité des cultures comme la céréaliculture durant cette saison sont sèche et dépourvu de chlorophylle.

De plus, durant la saison sèche le taux de couverture nuageuse est le plus faible, rendant ainsi possible l'acquisition d'image sans nuage.

### II.1.3. Prétraitements

Ce sont des opérations de correction, des distorsions géométrique et/ou radiométrique, appliquées aux images pour assurer une bonne qualité du produit en vue de leur utilisation ultérieure.

Depuis fin mai 2014, les images LANDSAT 5, 7 et 8 sont disponible, gratuitement et sur demande, au niveau L1T (correction géométrique et orthorectification) et au niveau 2A (corrections atmosphériques), sur le site Earth Explorer de l'USGS.

### II.1.4. Calcul de l'indice de végétation NDVI

L'NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) ou indice de végétation par différence normalisée est le plus ancien et le plus utilisé des indices de végétation. Il permet de mesurer l'activité physiologique des plantes chlorophyllienne et la discrimination de la végétation.

L'NDVI est calculé à partir des bandes spectrales rouges (R) et proches infra rouge (PIR) selon l'équation suivante :  $NDVI = (PIR - R) / (PIR + R)$ . Cet indice est sensible à la vigueur et à la densité de la végétation.

Les valeurs de l'NDVI sont comprises entre -1 et +1, les valeurs négatives correspondant aux surfaces autres que les couverts végétaux, comme l'eau, le bâti et les nuages pour lesquelles la réflectance dans le rouge est supérieure à celle du proche infrarouge. Pour les sols nus, les réflectances étant à peu près du même ordre de grandeur dans le rouge et le proche infrarouge, le NDVI présente des valeurs proches de 0. Les formations végétales quant à elles, ont des valeurs positives, généralement comprises entre 0,2 et 0,8. Les valeurs les plus élevées correspondant aux couverts les plus denses (Sellers, 1985).

### **II.1.5. Classification de l'NDVI**

La classification de l'NDVI permet de classer l'image, selon la valeur de l'NDVI en deux classes thématiques distinctes : végétation et hors végétation. Il existe deux méthodes de classification des images : la classification non supervisée et la classification supervisée.

Dans notre cas, nous avons choisi la classification supervisée, qui est basé sur l'identification des échantillons assez homogènes de l'image qui sont représentatifs des deux types de surfaces (végétation et hors végétation). Ces échantillons forment un ensemble de données-tests. La sélection de ces données-tests est basée sur la connaissance de la région de Djebel El Ouahch et les types de surfaces présentes dans l'image. Nous supervisons donc la classification d'un ensemble spécifique de classes. Les informations numériques pour chacune des bandes et pour chaque pixel de ces ensembles sont utilisées pour définir les classes et ensuite reconnaître des régions aux propriétés similaires à chaque classe.

L'algorithme « maximum de vraisemblance » a été utilisé, afin de déterminer la signature numérique de chacune des classes.

La classification reste l'étape la plus critique et la plus complexe à réaliser, car d'elle dépend la précision des résultats. La plus grande difficulté, consiste à bien choisir les données tests qui sont des échantillons de chaque classe thématique. C'est pour cette raison qu'à chaque étape de classification un aperçu du résultat est analysé, ce qui permet un suivi tout au long du processus de classification.

### **II.1.6. Détection du changement**

Après la classification, on procède à la détection du changement entre les différentes dates sélectionnées. Ce procédé permet de détecter les moindres changements de classe, entre deux images classifiées à des dates différentes.

Les images obtenues illustrent, spatialement et quantitativement, les changements importants de la végétation survenus dans le temps au niveau de la région d'étude. Ces changements peuvent être une progression, une régression ou une stabilité du couvert végétal.

### **II.1.7. Correction et validation des résultats**

La classification supervisée et la détection du changement, même s'ils sont réalisés de façon correcte, cela n'empêche pas d'avoir quelque erreur. Dans notre étude les principales erreurs relevées, concernent l'intégration dans la classe "végétation naturelle", des champs

cultivés en irrigation, car pendant la saison sèche les cultures intensives ont une activité photosynthétique importante et donc une valeur NDVI élevée.

Pour ce faire, nous avons utilisés les images satellites à hautes résolution du logiciel Google Earth, afin d'identifier ces parcelles agricoles, corrigé la classification et les images de changement et valider nos résultats.

### **II.1.8. Réalisation des cartes de synthèses**

Une fois toutes les corrections effectuées, la phase finale consiste à réaliser des cartes de synthèses des changements de la végétation au cours du temps. Des tableaux et graphiques viennent compléter les résultats en apportant des précisions sur les superficies de la régression, progression et stabilité de la végétation au niveau de la région de Djebel El Ouahch.

## **II.2. Matériels utilisés**

Le matériel utilisé dans cette étude comprend les images satellitaires et les logiciels de télédétection et système d'information géographique.

### **II.2.1. Images satellitaires**

La mise sur orbite de la série des satellites LANDSAT résulte d'un projet de la NASA, visant à réaliser un satellite spécifiquement destiné à l'observation de la terre, afin d'évaluer les ressources potentielles (ERTS : Earth Resources Technology Satellite).

Sept satellites LANDSAT ont été lancés depuis juillet 1972. Depuis, la caméra a évoluée de RBV (Return Beam Vidicon) et MSS (Multi Spectral Scanner) de 1972 à l'ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) de 1999 et plus récemment le capteur OLI (Operational Land Imager) de 2013. La résolution spatiale est passée de 80 m à 30 m (ou 15 m en mode panchromatique) et les domaines spectraux explorés concernent le visible, le proche infrarouge et le moyen ainsi que l'infrarouge thermique. Le radiomètre TM permet ainsi d'offrir des images couvrant un champ d'observation de 185 km sur 185 km, avec une résolution spatiale de 30 m en mode multispectral (Benkrid, 2008).

Pour notre étude, nous avons utilisé les images issues de deux types de capteurs LANDSAT :

- TM 5 (Thematic Mapper) (photo 1)
- OLI 8 (Operational Land Imager) (photo 2)



Photo 1 : LANDSAT TM 5.

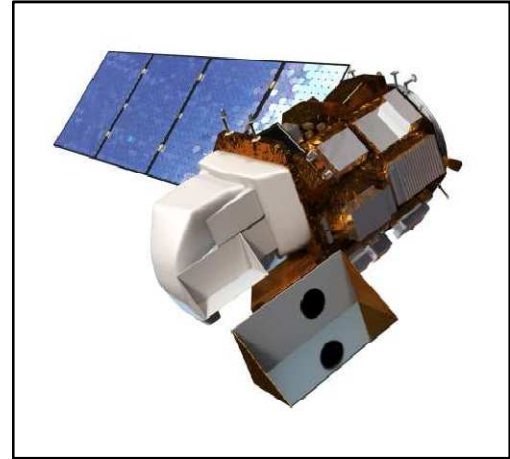


Photo 2 : LANDSAT 8 OLI.

L'imagerie LANDSAT couvre une large portion du spectre électromagnétique. Le capteur TM et OLI enregistrent des réflectances dans le visible, dans le moyen infrarouge et dans le proche infrarouge (tableau 3). Il est reconnu que la prise en compte d'une bande au moins de chacune de ces trois zones du spectre, permet une bonne discrimination générale de l'occupation du sol. Il est en outre généralement admis que l'utilisation d'un grand nombre de bandes spectrales n'apporte guère plus de discrimination entre les objets au sol que celle de quelques bandes judicieusement choisies (Beaudoin, 1995).

Tableau 3 : Caractéristiques des satellites LANDSAT TM 5 et LANDSAT 8 OLI

Caractéristiques	LANDSAT TM 5	LANDSAT 8 OLI
Date de lancement	01/03/1983	11/02/2013
Altitude	705 km	
Inclinaison	98,2°	
Orbite	Polaire héliosynchrone	
Période de révolution	98,9 minutes	98 minutes
Capacité de revisite	16 jours	
Résolution optique	30 mètres	30 mètres sur toutes les bandes sauf sur la bande panchromatique (15 m).
Nombre de bandes spectrales	7 bandes	11 bandes
Bandes spectrales visibles et proche infrarouge	Bande 1 Bleu : 0,45 - 0,52 $\mu\text{m}$ Bande 2 Vert : 0,52 - 0,60 $\mu\text{m}$ Bande 3 Rouge : 0,63 - 0,69 $\mu\text{m}$ Bande 4 Infrarouge proche : 0,76 - 0,90 $\mu\text{m}$	Bande 2 Bleu : 0,450 - 0,515 $\mu\text{m}$ Bande 3 Vert : 0,525 - 0,600 $\mu\text{m}$ Bande 4 Rouge : 0,630 - 0,680 $\mu\text{m}$ Bande 5 Infrarouge proche : 0,845 - 0,885 $\mu\text{m}$

**II.2.2. Logiciels**

Différents types de logiciels ont été utilisés dans le cadre de cette étude :

- Tous les traitements d'images, calcul de l'NDVI, classification et détection de changement, ont été réalisés grâce au logiciel de télédétection ENVI 5.1.
- Le logiciel Google Earth 7.1, a servi pour la phase de correction et validation des résultats.
- Enfin, la partie cartographie et création de la base de données géographique, ont été effectués avec le système d'information géographique ArcGIS 10.1.

## CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION

### III.1. Résultats

#### III.1.1. Acquisition d'images satellitaires et sélection des dates

Entre 1984 et 2014, pour la région de Djebel El Ouahch, nous avons dénombré 137 images LANDSAT. Après consultation des images et élimination de celles contenant des nuages, il ne reste plus que 39. Parmi les images restantes, seul 27 ont des dates de prise de vue durant la période sèche (juin à septembre).

Sur les 27 dates disponibles, nous avons retenu la date la plus ancienne du 16/06/1987 et la plus récente du 28/07/2014, soit une période de 27 ans. Pour plus de précision dans le suivi de la régression de la végétation dans le temps, nous avons essayé de choisir des dates intermédiaires, afin d'obtenir trois périodes de 9 ans chacune (tableau 4).

Cependant, la répartition des dates retenues n'est pas linéaire, car aucune date n'est disponible entre 1988 et 2002, soit 15 ans. C'est pour cette raison, que les images intermédiaires, choisies sont datées du 25/06/2002 et 28/06/2009. De ce fait, la période d'étude de la régression de la végétation de 27 ans sera divisée en trois périodes de 15, 7 et 5 ans (photo 3, 4, 5 et 6).

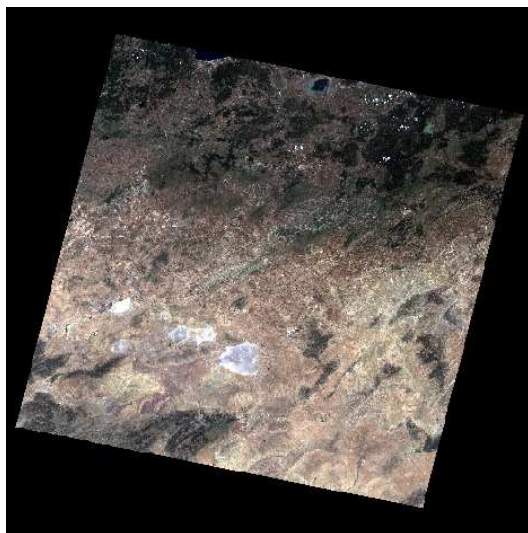


Photo 3 : LANDSAT TM 5 du 16/06/1987

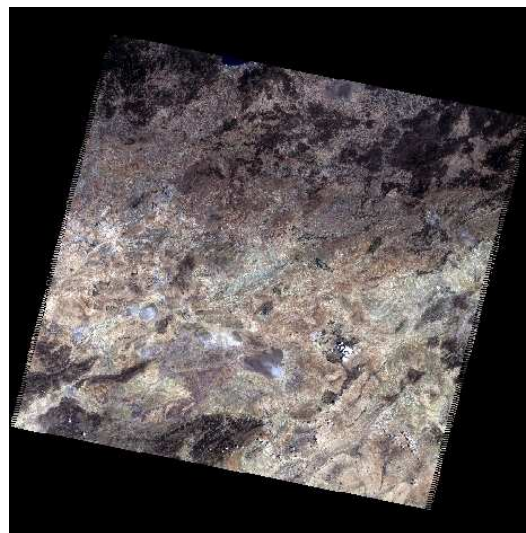


Photo 4 : LANDSAT TM5 du 25/06/2002

Tableau 4 : Dates et caractéristiques des images LANDSAT choisies

Satellite	Date	Référence	Nébulosité
LANDSAT TM 5	16-06-1987	LT51930351987167XXX02	0 %
LANDSAT TM 5	25-06-2002	LT51930352002176MTI00	0 %
LANDSAT TM 5	28-06-2009	LT51930352009179MPS00	0 %
LANDSAT 8 OLI	28-07-2014	LC81930352014209LGN00	0 %

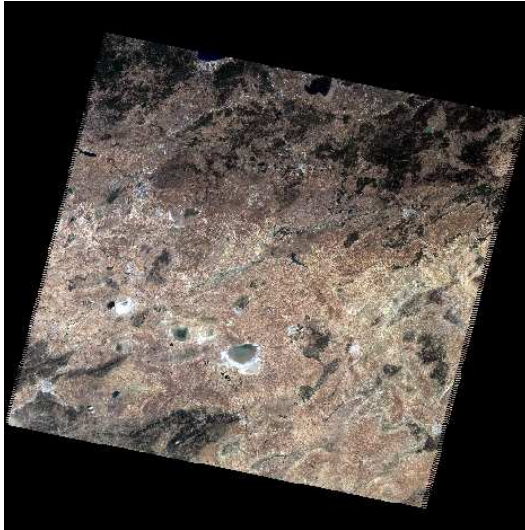


Photo 5 : LANDSAT TM 5 du 28/06/2009

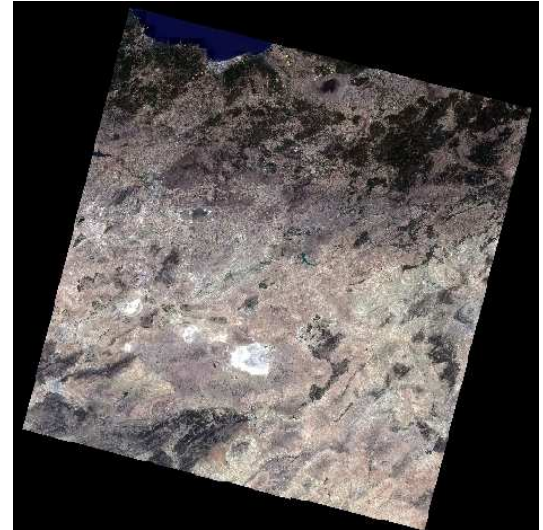
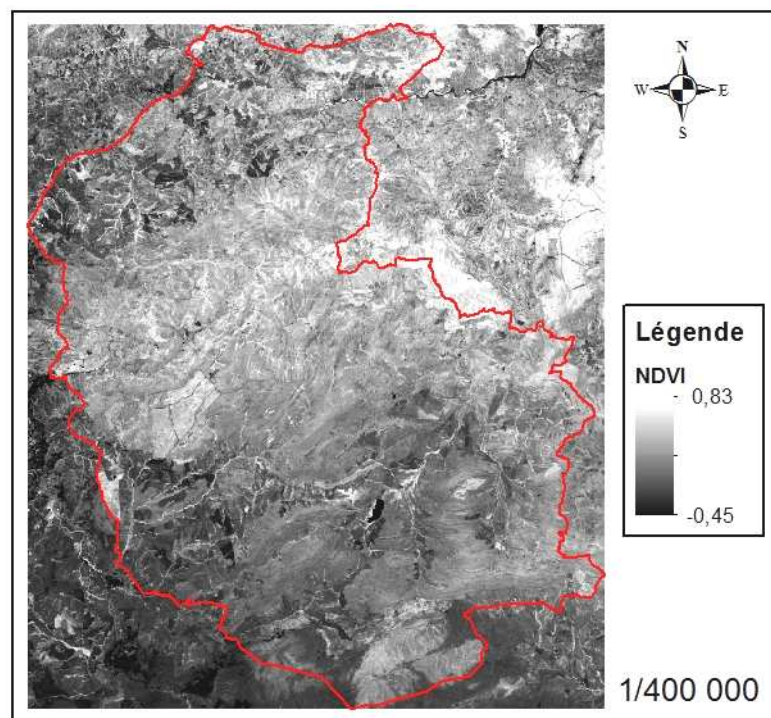


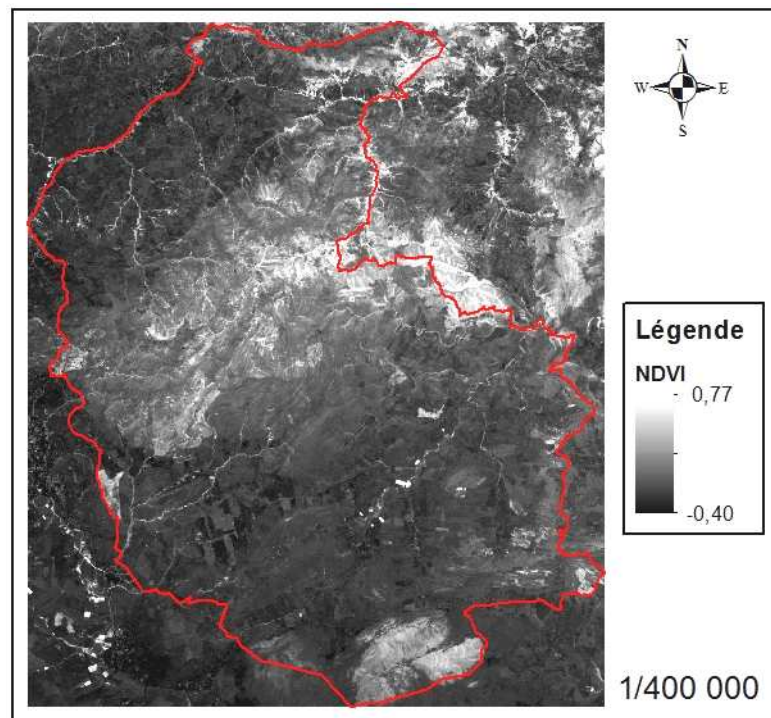
Photo 6 : LANDSAT 8 OLI du 28/07/2014

### III.1.2. Calcul de l'NDVI

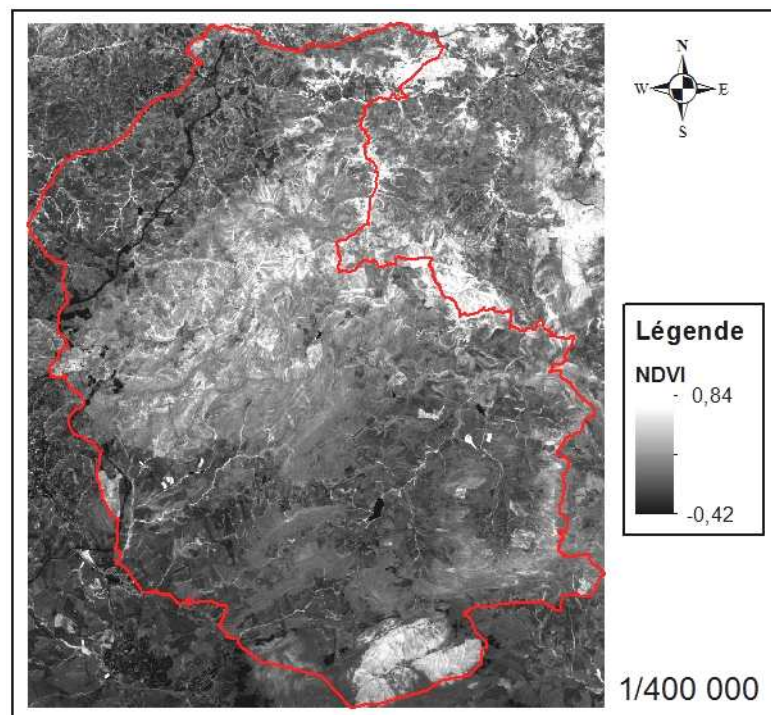
Les résultats du calcul de l'indice de végétation NDVI, des différentes dates, sont représenté par les cartes 6, 7, 8 et 9. Les valeurs d'NDVI les plus élevées sont représenté par des tons clairs, alors que les tons les plus foncé concernent les valeurs les plus faibles. Les valeurs de l'NDVI pour la période 1987-2014, varient entre -0,45 et +0,85.



Carte 6 : NDVI de l'image LANDSAT TM 5 du 16/06/1987

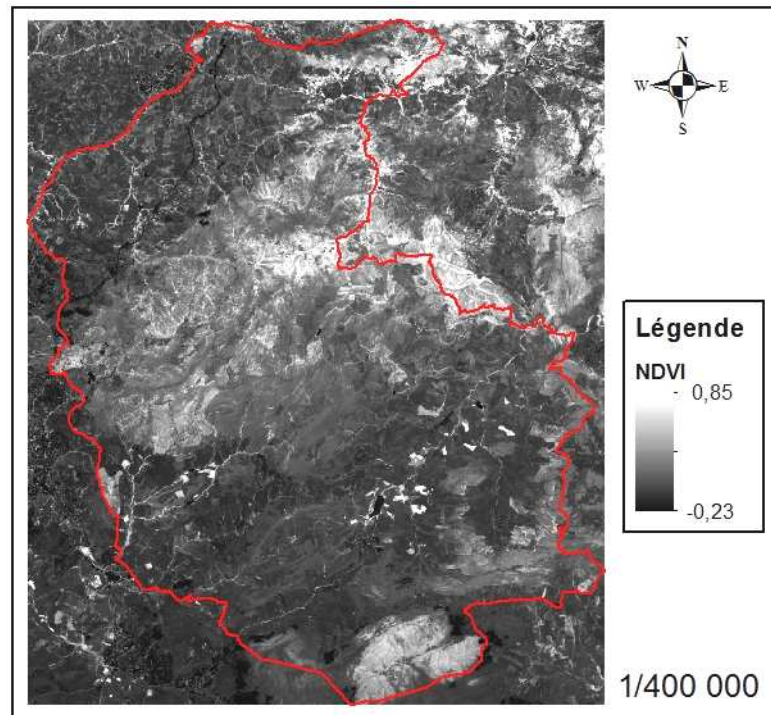


Carte 7 : NDVI de l'image LANDSAT TM 5 du 25/06/2002



Carte 8 : NDVI de l'image LANDSAT TM 5 du 28/06/2009

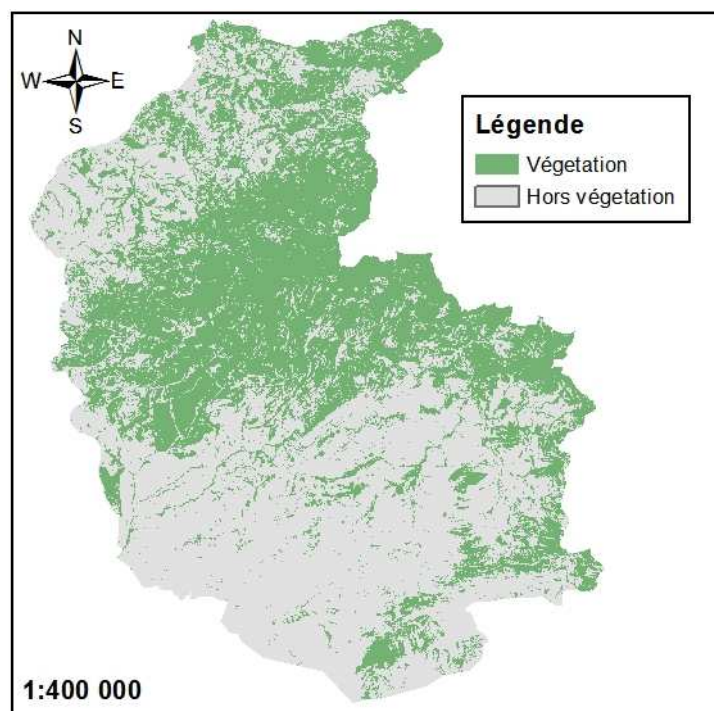




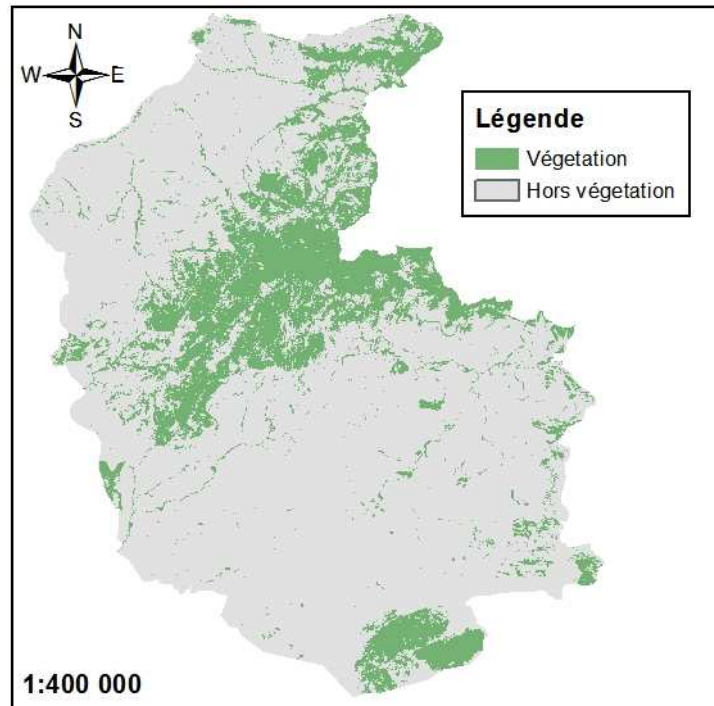
**Carte 9** : NDVI de l'image LANDSAT 8 OLI du 28/07/2014

### III.1.3. Classification supervisée des images de l'NDVI

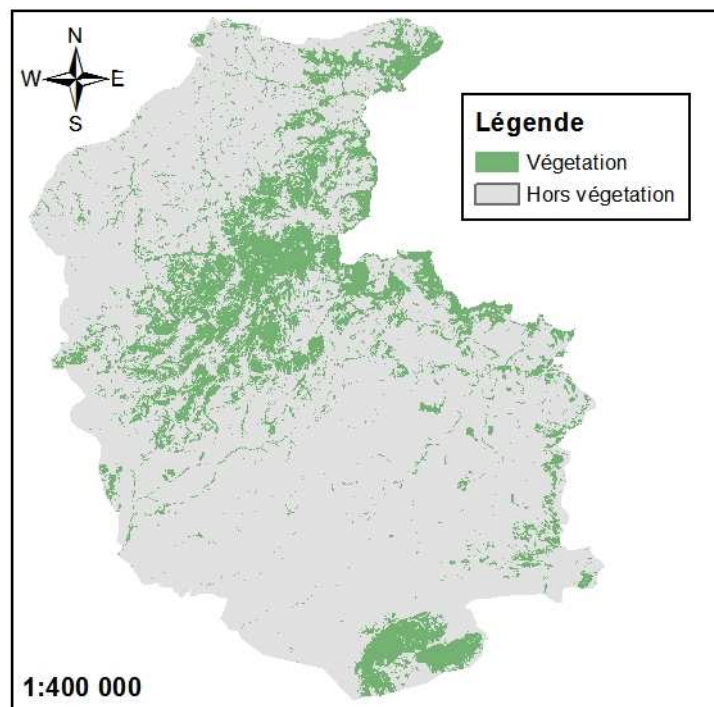
La classification supervisée de l'NDVI des images LANDSAT de 1987, 2002, 2009 et 2014 a produit des images, beaucoup plus explicites, pour la discrimination entre la classe végétation et les autres types de classes (carte 10, 11, 12 et 13). La limite de la région de Djebel El Ouahch a été utilisée comme masque pour le découpage de l'image de classification.



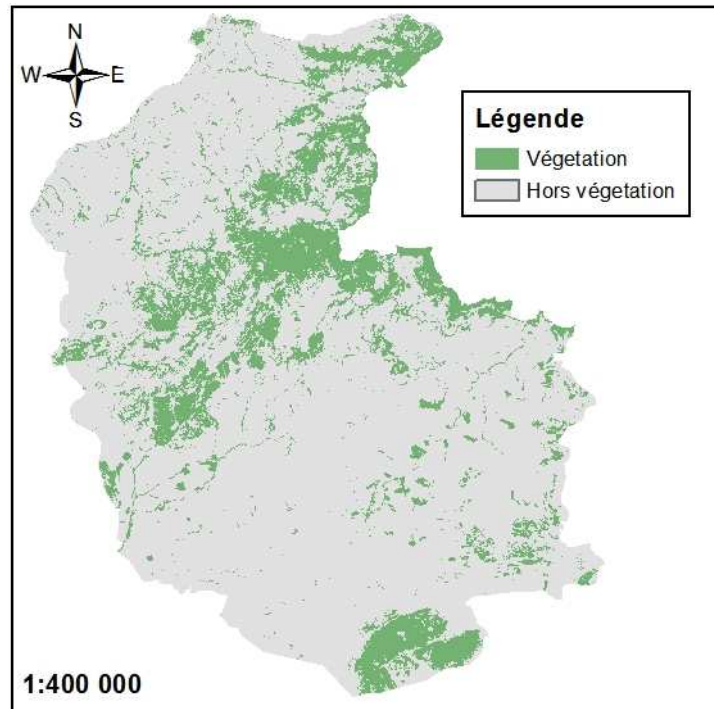
**Carte 10** : Classification supervisée de l'NDVI (16/06/1987)



**Carte 11** : Classification supervisée de l'NDVI (25/06/2002)



**Carte 12** : Classification supervisée de l'NDVI (28/06/2009)



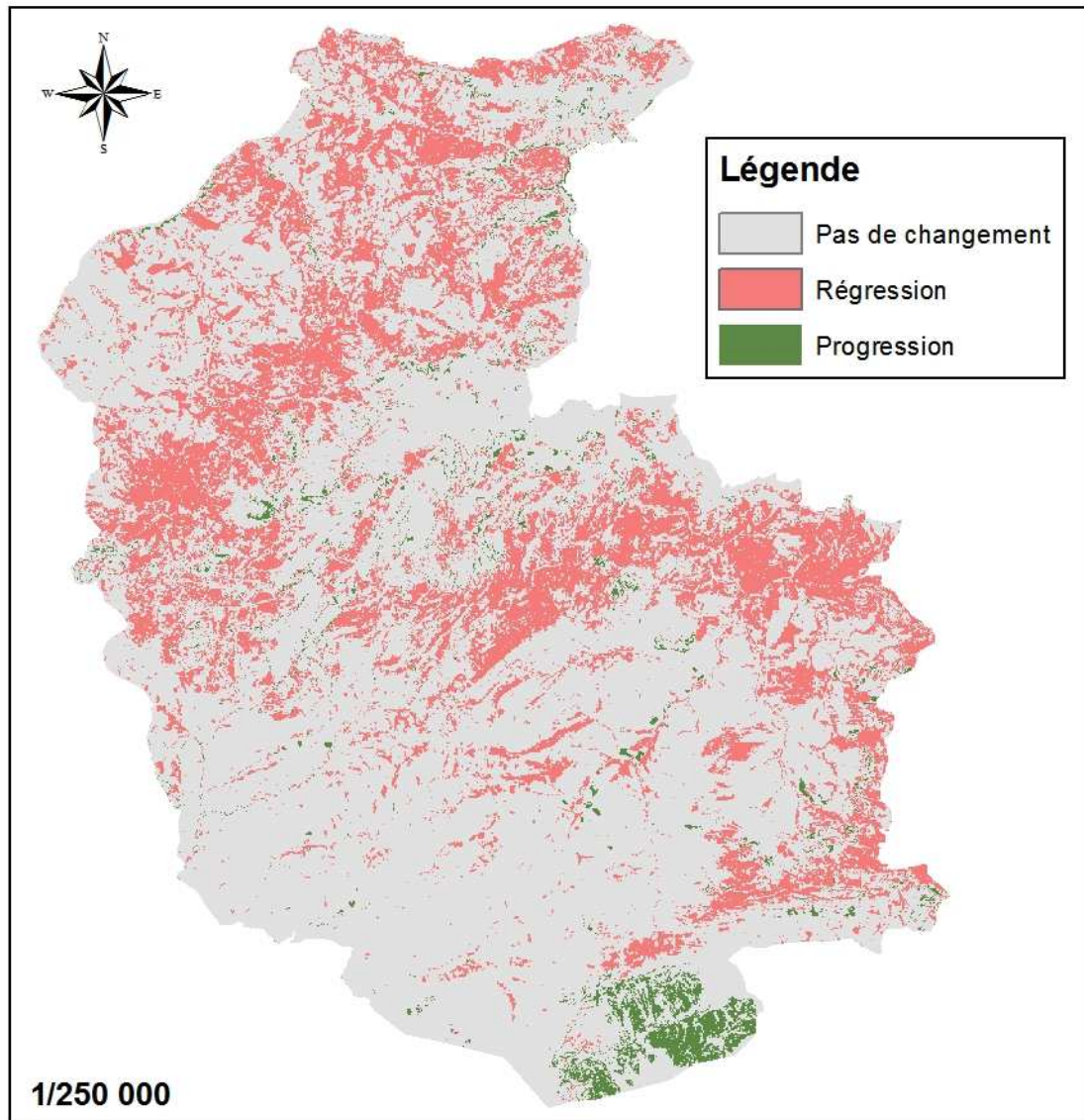
**Carte 13** : Classification supervisée de l'NDVI (28/07/2014)

#### III.1.4. Détection des changements de la végétation entre les différentes dates

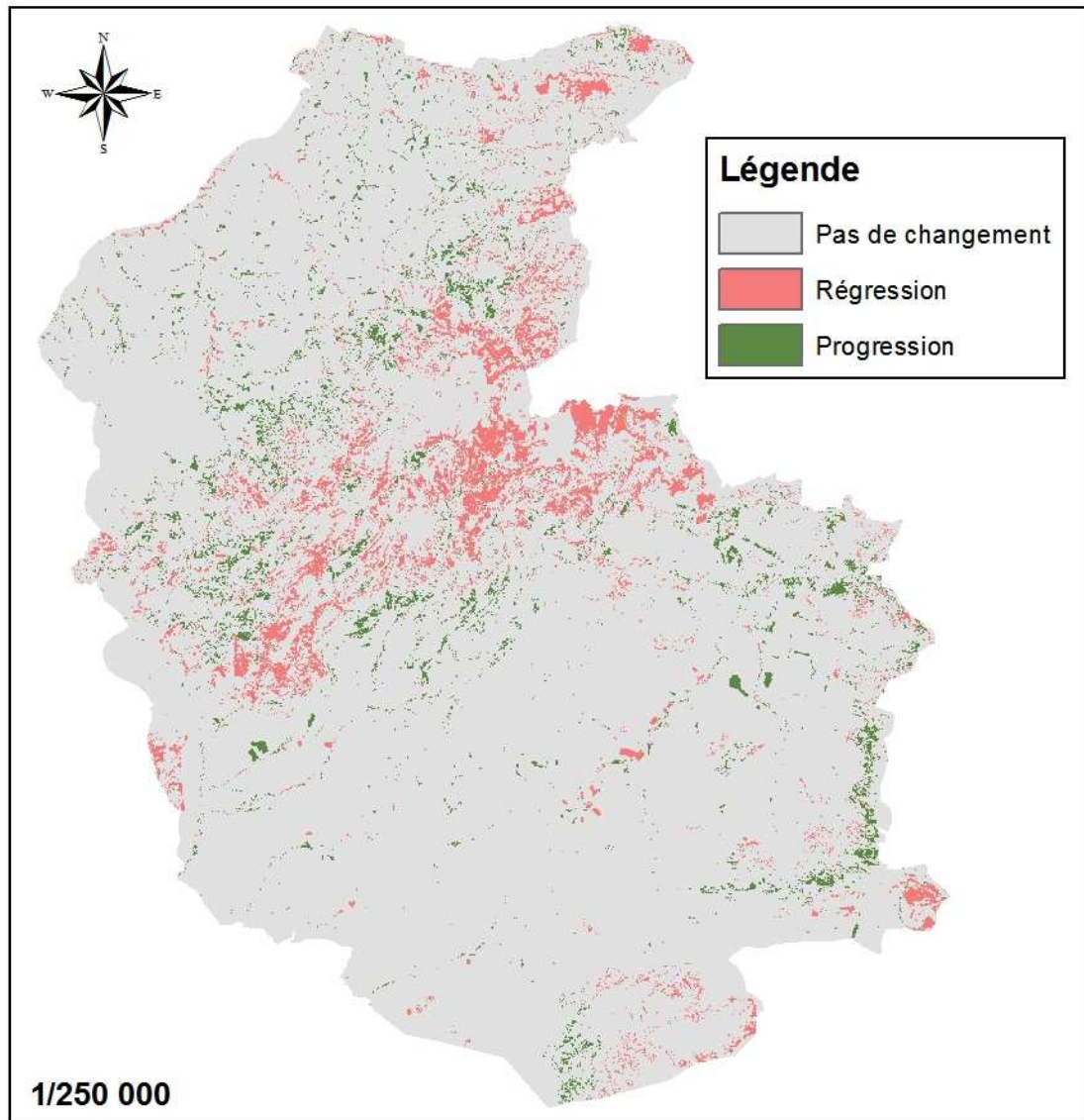
Après la classification, on procède à la détection du changement entre les quatre dates. Les cartes 14, 15, 16 et 17 illustrent, spatialement et quantitativement, les changements importants de la végétation, survenus dans la région de Djebel El Ouahch sur une période de 27 ans (1987-2014).

Ces changements de la végétation, peuvent être de trois types :

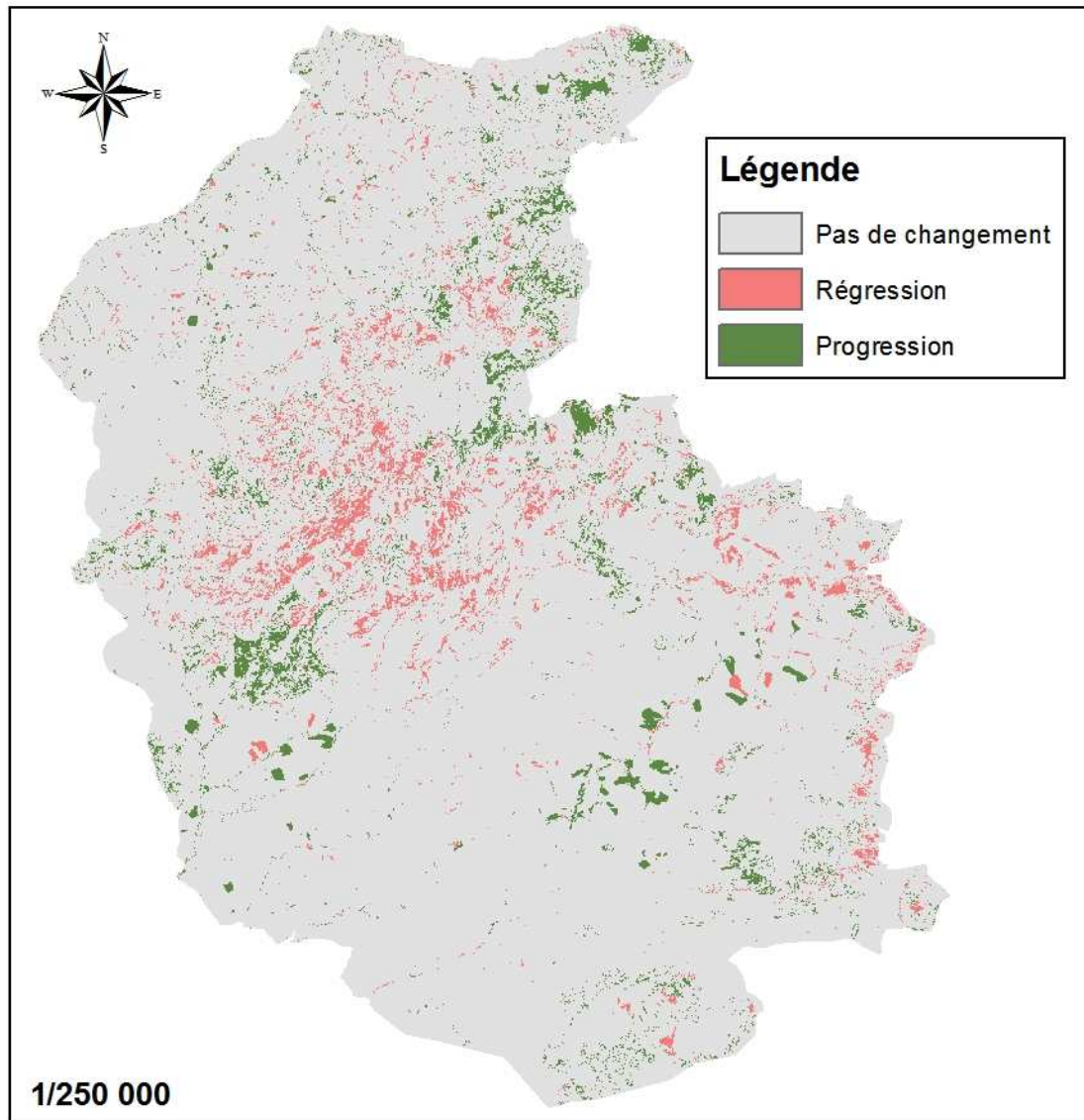
- positifs pour les zones où la végétation a progressée ;
- négatifs pour les zones où la végétation a subi une régression ;
- nul pour les zones de stabilité.



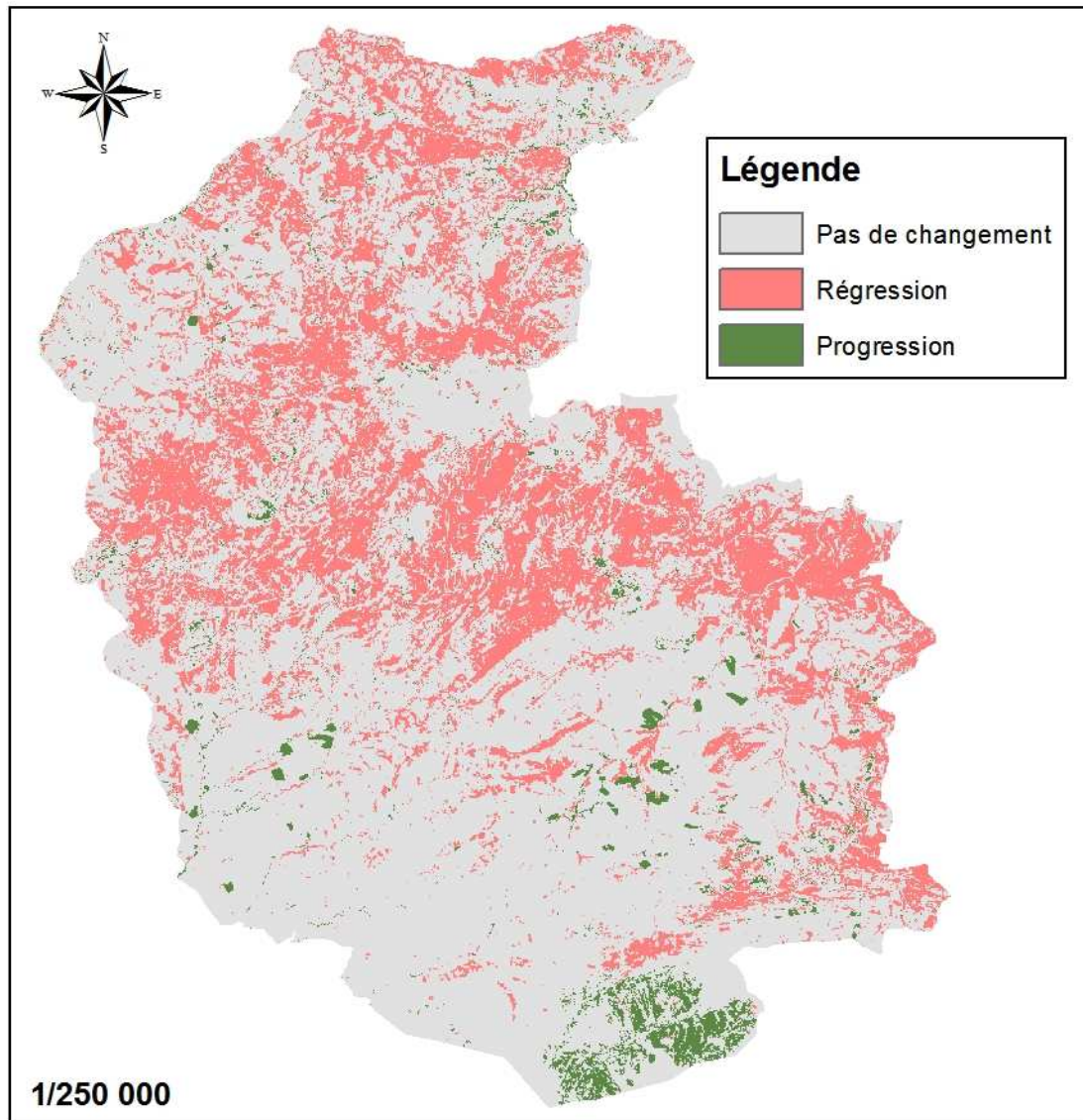
**Carte 14** : Détection du changement de la végétation entre 1987 et 2002



Carte 15 : Détection du changement de la végétation entre 2002 et 2009



**Carte 16** : Détection du changement de la végétation entre 2009 et 2014



**Carte 17** : Détection du changement de la végétation entre 1987 et 2014

### III.1.5. Correction et validation des résultats

Après la réalisation des cartes de détection du changement, nous avons relevé certaines erreurs, notamment une confusion entre les parcelles agricoles en culture intensives et la végétation naturelle.

Pour la validation de nos résultats, nous avons procédé à une correction de ces erreurs, grâce au système d'information géographique ArcGIS et l'apport des images satellites hautes résolution de Google Earth (figure 3).

Une fois toutes les corrections effectuées, les cartes de synthèse, des changements de la végétation, au niveau de la région de Djebel El Ouahch durant la période 1987-2014, ont été réalisées (carte 18, 19, 20 et 21).

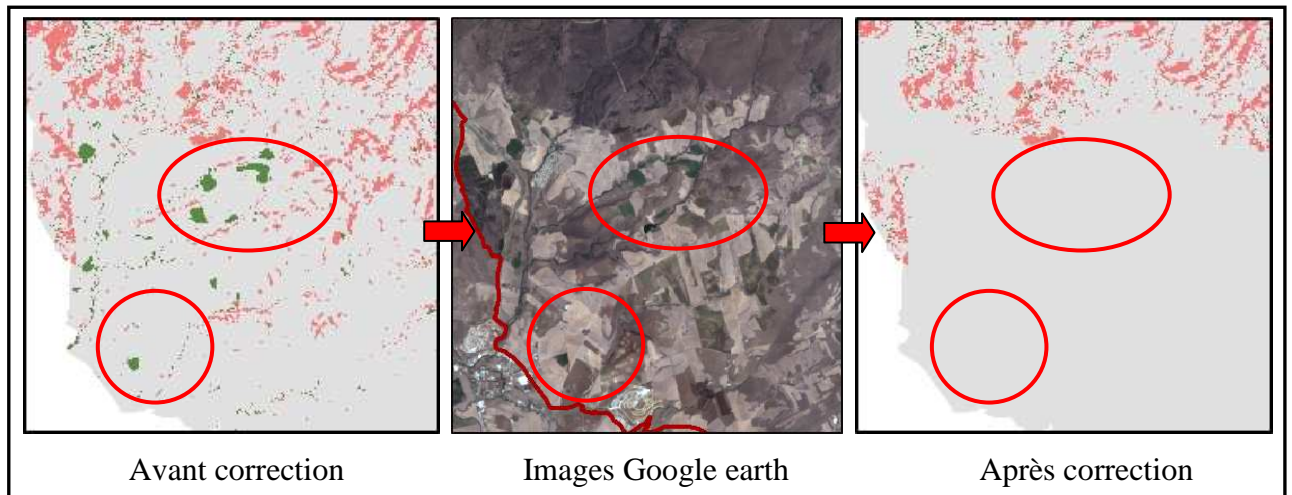
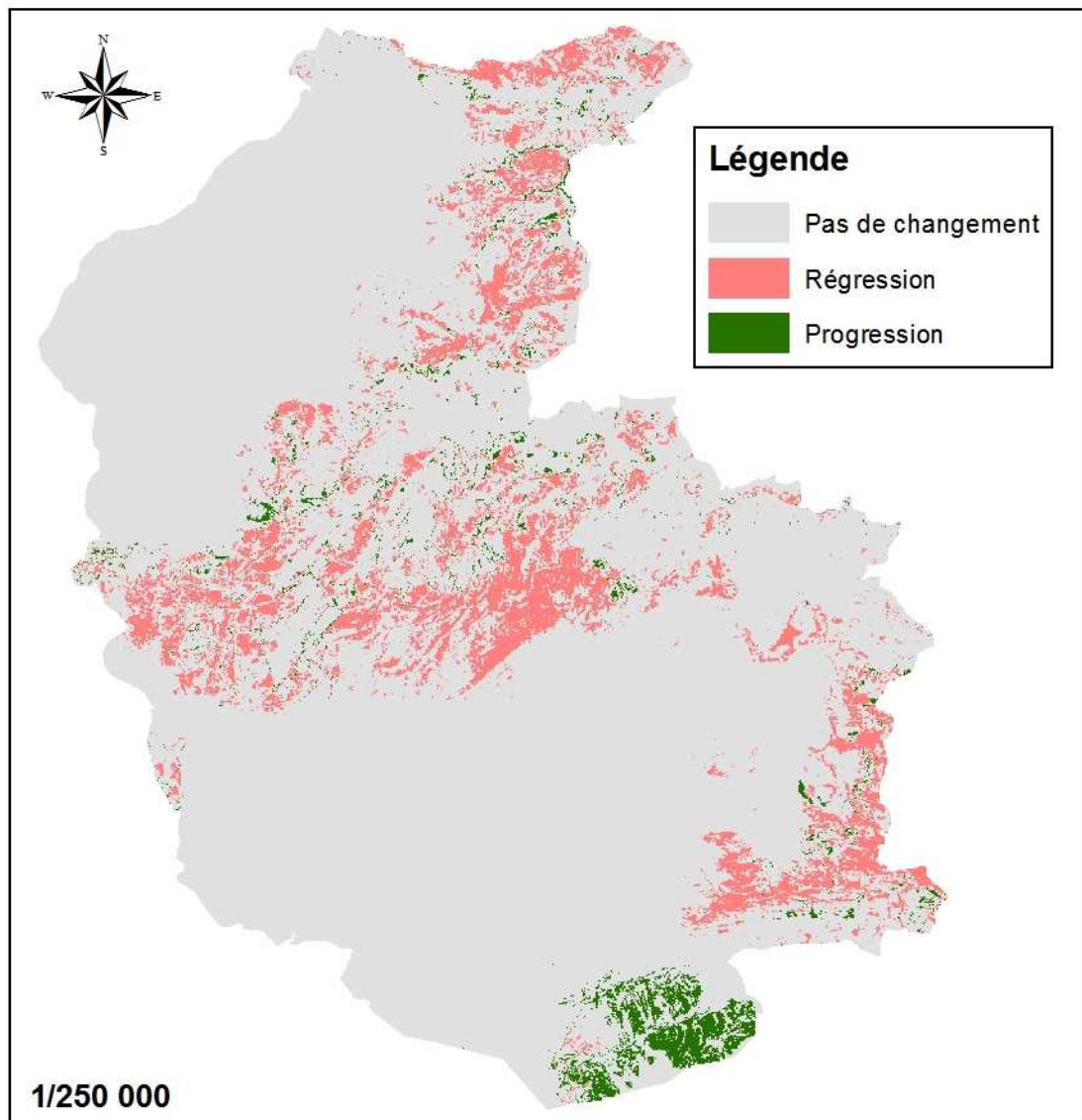
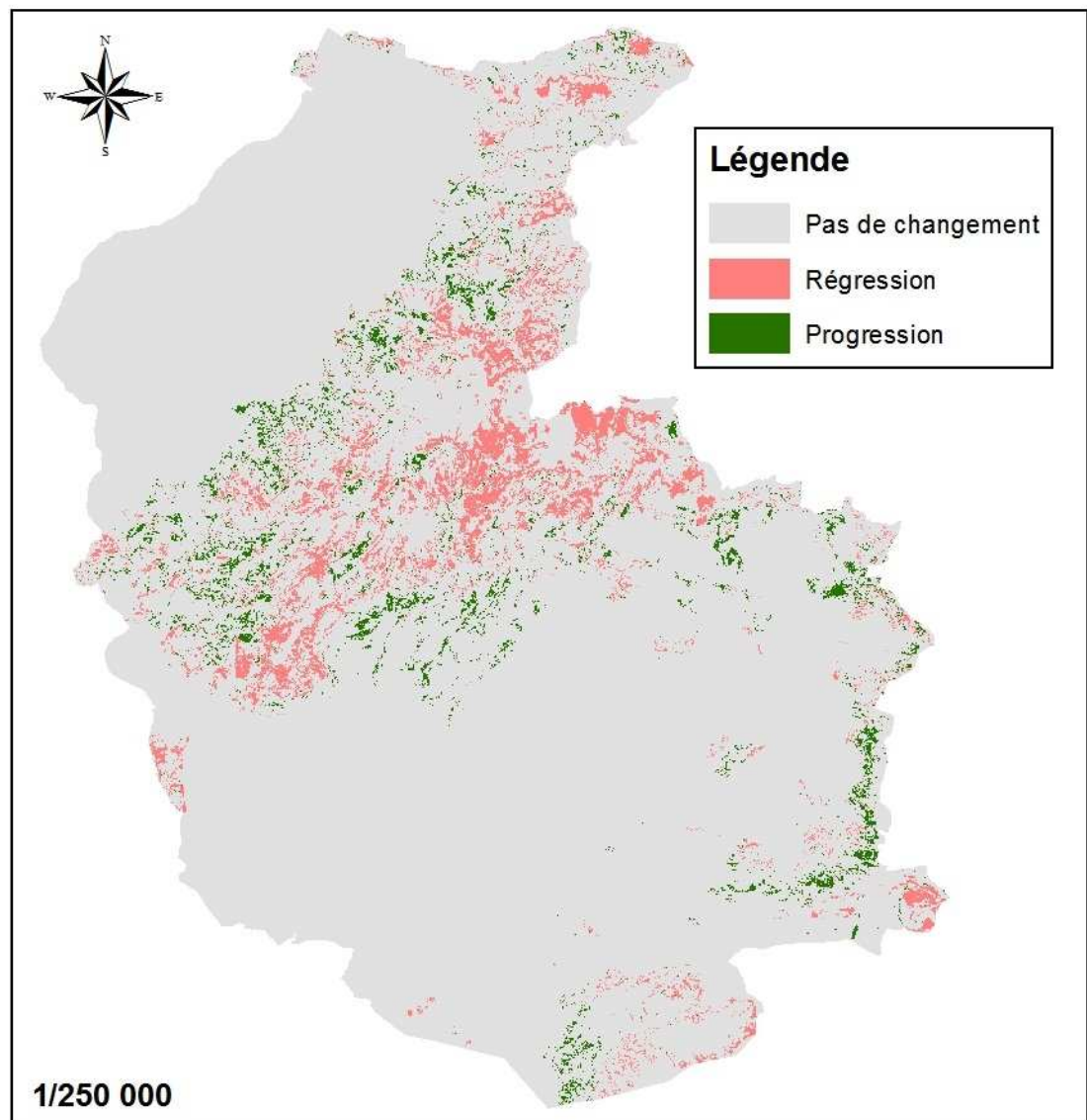


Figure 3 : Exemple de correction des cartes de changement de la végétation

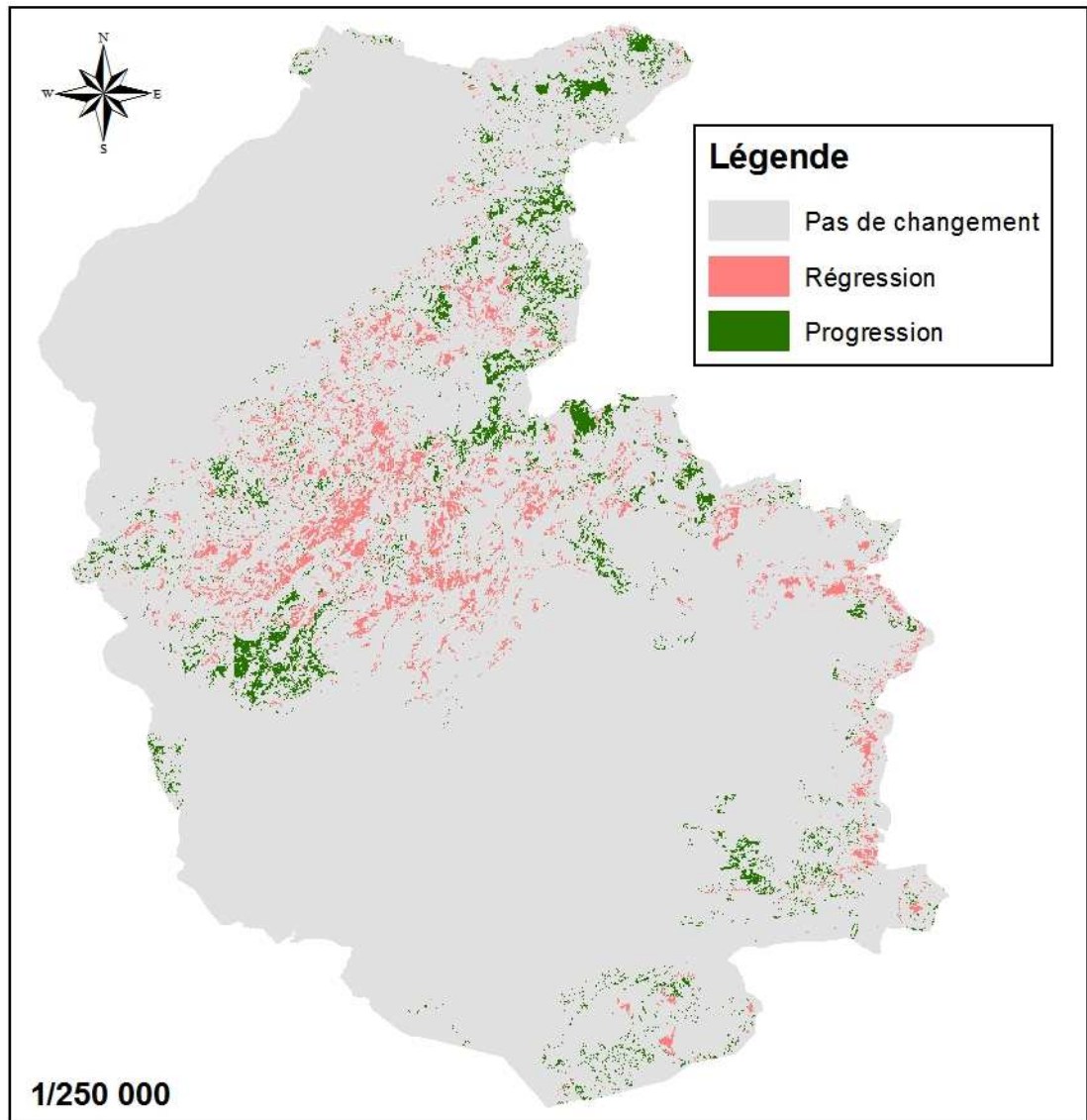


Carte 18 : Carte de synthèse des changements de la végétation période 1987-2002

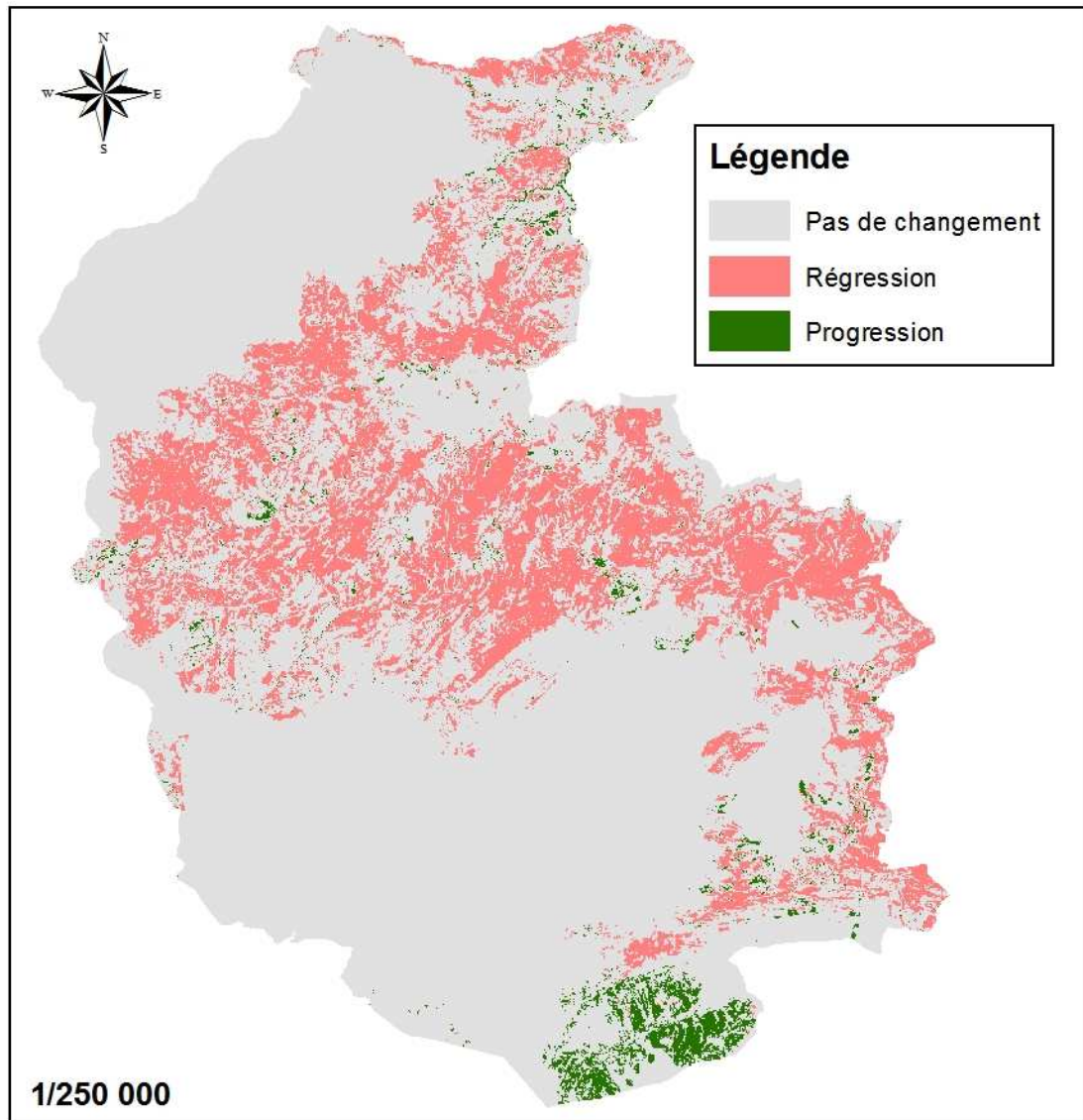




**Carte 19** : Carte de synthèse des changements de la végétation période 2002-2009



**Carte 20** : Carte de synthèse des changements de la végétation période 2009-2014



**Carte 21** : Carte de synthèse des changements de la végétation période 1987-2014

## III.2. Discussion

### III.2.1. Bilan des changements de la végétation de la région de Djebel El Ouahch période 1987-2014

A partir des cartes de synthèses, nous avons calculé les superficies de la régression et progression de la végétation, au niveau de la région de Djebel El Ouahch, pour les périodes 1987-2002, 2002-2009, 2009-2014 et 1987-2014. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 5.

**Tableau 5** : Bilan des changements de la végétation dans la région de Djebel El Ouahch période 1987-2014

Période	1987-2002	2002-2009	2009-2014	1987-2014
<b>Progression (ha)</b>	1214,86	774,20	1683,49	1240,47
<b>Régression (ha)</b>	2132,64	2010,74	803,71	3311,22
<b>Stabilité (ha)</b>	11860,22	12422,78	12720,52	10656,03
<b>Bilan global (ha)</b>	-917,78	-1236,54	+879,79	-2070,74
<b>Bilan annuel (ha/an)</b>	-61,18	-247,30	+175,95	-76,69

Durant les 27 années de la période d'étude, de 1987 à 2014, la végétation forestière de la région de Djebel El Ouahch, a gagné une superficie de 1240,47 ha, avec une moyenne de 45,94ha par an. Face à cette progression, et durant la même période, la régression est estimée à 3311,22 ha, soit 122,63 ha/an. Les zones de stabilité de la végétation sont majoritaires avec une superficie de 10.656,03 ha. Si on considère le bilan global de cette période, on constate qu'il est négatif avec une surface totale perdue de 2070,74 ha, soit une régression annuelle de 76.69 ha.

L'analyse des bilans des périodes, de 15, 7 et 5 ans, nous renseigne sur l'évolution de la régression de la végétation entre 1987 et 2014. On constat d'après le tableau 5, qu'il y a une accélération de la régression de la végétation, puisqu'elle passe de 61,18 ha/an entre 1987 et 2002 à 247,30 ha/an de 2002 à 2009. Par contre durant la période 2009-2014, il y a une inversion de la tendance régressive de la végétation, car le bilan est positif, enregistrant une progression de 175,95 ha/an.

En plus de l'analyse temporelle, les cartes de synthèse nous permettent de faire une analyse spatiale de la régression de la végétation, au niveau de la région de Djebel El Ouahch. Dans la partie nord, les zones de dégradation de la végétation forestière, se situent dans le territoire de Zighoud Youcef, une partie essentiellement montagnaise occupée par le pin d'Alep, et les maquis dégradés à base de Diss, de Calycotome, et d'Asphodèle et particulièrement au niveau des maquis de chêne liège d'El Kentour (carte 21).

Dans la partie centre, au niveau des grands massifs forestiers de Kef Lekhel, Draa Ennaga, El Hambli, Tarfana et Djebel El Ouahch, une importante zone de dégradation de la végétation, affecte les peuplements de pin pignon, de pin d'Alep, d'eucalyptus et de cyprès.

Par contre, dans de la partie sud, à l'exception de la partie de Bouzemzem qui présente une régression au niveau du pin d'Alep reboisé, des forêts de cyprès et des mélanges (cyprès et eucalyptus), les maquis de chêne vert d'Oum Settas, enregistrent une remarquable progression de la végétation (carte 21).

La superposition des cartes de changement de la végétation et la carte des peuplements forestiers réalisée par Gana en 2014, nous a permis de réaliser le tableau 6.

**Tableau 6 :** Bilan des changements de la végétation forestière par type de peuplement dans la région de Djebel El Ouahch période 1987-2014

Peuplement	Superficie totale (ha)	Progression (ha)	Régression (ha)	Pas de changement (ha)	Bilan (ha)
Pin d'Alep	1727,14	54,59	801,98	870,56	-747,39
Pin pignon	2278,13	139,17	597,62	1541,33	-458,45
Chêne liège	1588,99	33,68	89,15	1466,16	-55,47
Maquis Chêne liège	3145,86	105,33	653,23	2387,29	-547,90
Maquis Chêne vert	2496,16	787,46	14,27	1694,43	+773,19
Cyprès	576,54	32,46	163,05	381,03	-130,59
Eucalyptus	1475,45	30,54	350,67	1094,23	-320,13
Mélanges	826,07	32,28	326,01	467,77	-293,73
Maquis	607,24	3,01	194,18	410,04	-191,17
Réserve Djebel El Ouahch	257,48	18,39	61,60	177,47	-43,21
Arboretum Draa Ennaga	32,64	0,99	7,46	24,18	-6,47
Forêt El Mridj	196,02	2,57	51,90	141,54	-49,33
<b>Total</b>	<b>15207,72</b>	<b>1240,47</b>	<b>3311,22</b>	<b>10656,03</b>	<b>-2070,74</b>

D'après le tableau 6, on constate qu'à l'exception du maquis de chêne vert, tous les types de peuplement, au niveau de la région de Djebel El Ouahch, affichent un bilan négatif. Le peuplement de pin d'Alep, est de loin le plus touché avec une perte de 747,39 ha entre 1987 et 2014. Il est suivi par le maquis de chêne liège et le pin pignon, avec respectivement un bilan régressif de 547,9 ha et 458,45 ha.

En plus des massifs forestiers, même la réserve et l'arboretum ne sont pas épargnés par cette dégradation enregistrant, respectivement une perte de 43,21 ha et 6,47 ha.

### III.2.2. Bilan des incendies de forêt dans la région de Djebel El Ouahch

Le facteur anthropique, reste l'élément principal responsable de la dégradation de la végétation dans la région de Djebel El Ouahch. Entre 1987 et 2014, la superficie des peuplements forestiers incendiés se chiffre à 4323,51 ha soit une moyenne de 160,13 ha/ans (tableau 7).

Si on compare durant les mêmes périodes, les données de la régression de la végétation par télédétection et les bilans des incendies de forêt, on constat que la période 2002-2009, durant laquelle nous avons enregistré le taux de régression le plus élevé, correspond aussi à la période la plus touché par les feux, avec une surface moyenne incendiée de 340,21 ha/an (tableau 7).

Par ailleurs, le peuplement de pin d'Alep est le plus touché par les feux de forêt avec une surface incendiée de 1646 ha durant la période 1987-2014. Ceci explique le taux de régression élevé au niveau de ce peuplement durant la même période.

Dans le sud, la région d'Oum Settas, n'a pas connus d'incendie toute au long de la période 1987-2014, ce qui explique la progression enregistrée au niveau du maquis de chêne vert.

**Tableau 7 : Bilan des surfaces incendiées en hectare par types de peuplement dans la région du Djebel El Ouahch (conservation des forêts de Constantine)**

Période	1987-2002	2002-2009	2009-2014	1987-2014
Chêne-liège	252	26	358	636
Cyprès	94	519	92	705
Eucalyptus	46	238,5	61	345,5
Maquis	0	29,5	32	61,5
Maquis de Chêne vert	0	18	50	68
Forêt El Mridj	2,5	20	7,5	30
Pin d'Alep	312,5	1249,5	84	1646
Pin pignon	354	281	193,5	828,5
Reserve Djebel El Ouahch	3	0,01	0	3,01
<b>Bilan total</b>	<b>1064</b>	<b>2381,51</b>	<b>878</b>	<b>4323,51</b>
<b>Bilan annuel</b>	<b>70,93</b>	<b>340,21</b>	<b>175,6</b>	<b>160,13</b>

### III.2.3. Bilan des reboisements forestiers dans la région de Djebel El Ouahch

Depuis 1972 à ce jour, les services des forêts de la wilaya de Constantine, ont réalisé plusieurs campagne et plan de reboisement, pour à la fois restaurer les parcelles incendiées et augmenter la surface boisée des différents type de peuplement.

Par manque de données disponible, nous avons obtenu le bilan des campagnes de reboisement entre 1999 et 2014 (tableau 8).

**Tableau 8** : Les reboisements effectués durant la période (1999-2014) dans la région du Djebel El Ouahch (conservation des forêts de Constantine)

Périodes	Nombre de reboisements	Surface reboisée (ha)	Taux de réussite (ha)	Taux de réussite (%)
1999-2002	11	620	284,58	45,90
2002-2009	56	4098,5	1727,10	42,14
2009-2014	33	2565	1824,22	71,12

D'après les données du tableau 8, de 1999 à 2014 on remarque, non seulement, une progression du nombre et des surfaces reboisées, mais aussi l'augmentation de leurs taux de réussite, qui est passé de 45,90% en 1999-2002 à 71,12% en 2009-2014.

Ceci, peut expliquer l'unique progression de la végétation enregistré entre 2009 et 2014 sur les cartes de changements (carte 20).

Sur l'ensemble de la période étudié, à savoir 1987-2014, nous pouvons dire que même si la tendance générale de l'évolution de la végétation, au niveau de la région de Djebel El Ouahch, est régressive (-76,69 ha/an) due essentiellement aux incendies, il y a des signes de ralentissement de cette régression, car durant les cinq dernière années entre 2009 et 2014 nous avons enregistré, pour la première fois, une progression importante de la végétation, notamment forestière (+175,95 ha/an), grâce aux effort de reboisement réalisés par les services de la conservation des forêt de la wilaya de Constantine.

## CONCLUSION

L'étude diachronique de la régression de la végétation forestière dans la région du Djebel El Ouahch, montre qu'entre 1987 et 2014, la couverture végétale a progressée de 1240,47 ha, soit 45,94 ha par an, en contre partie de ce gain, les pertes s'élève à 3311,22 ha, avec une régression annuelle de 122,63 ha. Le bilan global de cette période est négatif enregistrant une régression annuelle de 76.69 ha.

Les résultats obtenus démontrent, que le phénomène de régression de la végétation forestière dans la région du Djebel El Ouahch, est bien réel et représente une perte de 21,77 % de la surface totale des massifs forestiers. C'est la partie centre de la région, au niveau des grands massifs forestiers de Kef Lekhel, Draa Ennaga, El Hambli, Tarfana et Djebel El Ouahch, que la régression a été la plus importante, affectant ainsi les peuplements de pin pignon, de pin d'Alep, d'eucalyptus et de cyprès.

Cette étude a mis en évidence l'impact de l'action anthropique, et notamment les incendies de forêt, sur l'écosystème forestier dans la région du Djebel El Ouahch. L'utilisation de la télédétection et système d'information géographique nous a permis d'avoir des informations précises relatives à l'évolution spatiotemporelle de cette régression.

Dans l'ensemble, durant la période 1987-2014 au niveau de la région de Djebel El Ouahch, nous pouvons dire que même si la tendance générale de l'évolution de la végétation, est régressive (-76,69 ha/an) due essentiellement aux incendies, il y a des signes de ralentissement de cette régression, car entre 2009 et 2014 nous avons enregistré, pour la première fois, une progression remarquable de la végétation forestière (+175,95 ha/an), et cela grâce aux effort de reboisement réalisés par les services de la conservation des forêt de la wilaya de Constantine.

On peut considérer que la méthode utilisée dans cette étude, qui associer à la fois l'analyse et interprétation visuelle et les traitements numérique, est satisfaisante et opérationnelle. L'ensemble des données recueillies, à partir de différentes sources, ont été organisé dans une base de données géographique, facilitant ainsi l'accès et la gestion simplifiée de ces informations, pour la surveillance et le suivi de l'évolution de la végétation forestière, dans la région de Djebel El Ouahch.



## **Perspective**

On peut considérer que la méthode utilisée dans cette étude, qui associe à la fois l'analyse, l'interprétation visuelle et les traitements numériques, est satisfaisante et opérationnelle, elle peut donc être appliquée sur l'ensemble des massifs forestiers du nord Algérien, pour le suivi de la régression spatiotemporelle de la végétation.



## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**BENKRID E., (2008) :** Etude de l'évolution spatio-temporelle de l'occupation du sol dans la plaine du Bas Chélif (Algérie). Thèse de Master, Université de Montpellier 2, 54 p.

**BOULFELFEL Y., (1979) :** Le Paradoxe du Djebel Ouahch et la recherche d'un nouvel équilibre Agro-Sylvo-Pastoral. Thèse doctorat, Université Paul Valery Montpellier 3, 23-25p.

**GANNA M., (2014) :** Réalisation de la carte d'occupation du sol de la région de Djebel Ouahch. Mémoire de master, Université Constantine 1, 37 p.

**KHERIEF NACERADDINE S., (2006) :** Etude de la variabilité des températures extrêmes et pérennité des arbres urbains dans la région de Constantine, Thèse de Magister, Université Constantine 1, 131p.

**NGUESSAN É., BELLAN M.F. et BLASCO F. (2003) :** Suivi par télédétection spatiale d'une forêt tropicale humide protégée soumise à des pressions anthropique. Télédétection, vol. 3, n° 5, p. 443-456.

**PDAU (2006) :** La révision du Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme de la Commune de Zighoud Youcef, 19-30 p.

**PDAU (2010) :** La révision du Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme intercommunal de Constantine, El Khroub, Hamma Bouziane, Didouche Mourad, Ain Smara et Ben Badis, 21-22 p.

**QUEZEL P., BARBERO M., (1990) :** Les forêts méditerranéennes, problèmes posés par leur signification historique, écologique et leur conservation. Acta Botanica Malacitana, 15, 145-178.

**SELLERS, P. J., (1985) :** Canopy Reflectance, Photosynthesis and Transpiration. International Journal of Remote Sensing 6 : 1335-1372.

# TABLES DES ILLUSTRATIONS

## Tableaux

Tableau 1 : Classes des pentes de la région de Djebel El Ouahch .....	05
Tableau 2 : Orientation des pentes de la région de Djebel El Ouahch .....	05
Tableau 3 : Caractéristiques des satellites LANDSAT TM 5 et LANDSAT 8 OLI .....	13
Tableau 4 : Dates et caractéristiques des images LANDSAT choisies .....	15
Tableau 5 : Bilan des changements de la végétation dans la région de Djebel El Ouahch période 1987-2014 .....	29
Tableau 6 : Bilan des changements de la végétation forestière par type de peuplement dans la région de Djebel El Ouahch période 1987-2014 .....	30
Tableau 7 : Bilan des surfaces incendiées en hectare par types de peuplement dans la région du Djebel El Ouahch (conservation des forêts de Constantine) .....	31
Tableau 8 : Les reboisements effectués durant la période (1999-2014) dans la région du Djebel El Ouahch (conservation des forêts de Constantine) .....	32

## Cartes

Carte 1 : Localisation géographique de la région d'étude (image Landsat 8 OLI du 16/07/2014).....	02
Carte 2 : Carte d'altitudes de la région de Djebel El Ouahch .....	03
Carte 3 : Carte des pentes de la région de Djebel El Ouahch .....	04
Carte 4 : Carte d'exposition des pentes de la région de Djebel El Ouahch .....	05
Carte 5 : Peuplement forestier de la région de Djebel El Ouahch (Gana, 2014) .....	07
Carte 6 : NDVI de l'image LANDSAT TM 5 du 16/06/1987 .....	16
Carte 7 : NDVI de l'image LANDSAT TM 5 du 25/06/2002 .....	17
Carte 8 : NDVI de l'image LANDSAT TM 5 du 28/06/2009 .....	17
Carte 9 : NDVI de l'image LANDSAT 8 OLI du 28/07/2014 .....	18
Carte 10 : Classification supervisé de l'NDVI (16/06/1987) .....	18
Carte 11 : Classification supervisé de l'NDVI (25/06/2002) .....	19

Carte 12 : Classification supervisé de l'NDVI (28/06/2009) .....	19
Carte 13 : Classification supervisé de l'NDVI (28/07/2014) .....	20
Carte 14 : Détection du changement de la végétation entre 1987 et 2002 .....	21
Carte 15 : Détection du changement de la végétation entre 2002 et 2009 .....	22
Carte 16 : Détection du changement de la végétation entre 2009 et 2014 .....	23
Carte 17 : Détection du changement de la végétation entre 1987 et 2014 .....	24
Carte 18 : Carte de synthèse des changements de la végétation période 1987-2002 .....	25
Carte 19 : Carte de synthèse des changements de la végétation période 2002-2009 .....	26
Carte 20 : Carte de synthèse des changements de la végétation période 2009-2014 .....	27
Carte 21 : Carte de synthèse des changements de la végétation période 1987-2014 .....	28

## **Figures**

Figure 1 : Répartition des superficies forestières par type de peuplement dans la région de Djebel El Ouahch (Gana, 2014) .....	08
Figure 2 : Etapes d'analyse et de traitement des données satellites .....	09
Figure 3 : Exemple de correction des cartes de changement de la végétation .....	25

## **Photos**

Photo 1 : LANDSAT TM 5 .....	13
Photo 2 : LANDSAT 8 OLI .....	13
Photo 3 : LANDSAT TM 5 du 16/06/1987 .....	15
Photo 4 : LANDSAT TM 5 du 25/06/2002 .....	15
Photo 5 : LANDSAT TM 5 du 28/06/2009 .....	16
Photo 6 : LANDSAT 8 OLI du 28/07/2014 .....	16

## RESUME

La région de Djebel El Ouahch, représente un ensemble phytogéographique très remarquable du point de vue de sa végétation forestière. L'action anthropique, les facteurs climatiques, les incendies et le faible taux de réussite des reboisements et plantation, sont les principales causes de la dégradation de cette végétation forestière. La méthode adoptée pour étudier cette régression est basée sur les techniques de télédétection et de cartographie. Cette étude vise à mettre en évidence l'ampleur des changements du couvert forestier entre 1987 et 2014 à partir des images satellitaires LANDSAT TM5 (1987, 2002 et 2009) et LANDSAT 8 OLI (2014). Celles-ci, ont permis de faire une analyse spatiotemporelle de la dynamique de régression de la végétation forestière, dans la région du Djebel El Ouahch.

## ABSTRACT

The region of Djebel El Ouahch represents a remarkable set phytogeographical point of view of its forest vegetation. The anthropic action, climatic factors, fires and the low success rate of reforestation and planting are the main causes of the degradation of this forest vegetation. The method adopted to study this regression is based on remote sensing and mapping techniques. This study aims to highlight the magnitude of change in forest cover between 1987 and 2014 from satellite images LANDSAT TM5 (1987, 2002 and 2009) and LANDSAT 8 OLI (2014). These have allowed for a spatiotemporal analysis of the dynamics of forest vegetation and reversal in the Djebel El Ouahch region.

## ملخص

جبل الوحش منطقة جغرافية ذات أهمية كبيرة نظرا لأهمية غطائها النباتي الغابي. العوامل البشرية, المناخية , الحرائق و النسبة المنخفضة لنجاح التشجير هي الأسباب الرئيسية لتدهور الغطاء النباتي الغابي. تستند هذه الطريقة المعتمدة لقياس نسبة تراجع الغطاء الغابي على تقنيات الاستشعار عن بعد ورسم الخرائط. وتهدف هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على حجم التغير في الغطاء النباتي الغابي بين 1987 و 2014, من خلال صور الأقمار الصناعية LANDSAT TM5 لسنوات 1985, 2002, 2009 و LANDSAT 8 OLI 2014. وقد سمحت هذه الصور بدراسات زمنية و جغرافية حول تراجع الغطاء النباتي للغابات في منطقة جبل الوحش.

**Nom BOUZENZANA et Prénom LAMIA**

**Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master**

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

**Filière : Sciences Biologiques**

**Spécialité : *Gestion Durable des Ecosystèmes et Protection de l'Environnement***

**Option : Protection et Conservation des Ecosystèmes**

**Thème :** Etude diachronique de la régression de la végétation forestière par télédétection dans le massif de Djebel El Ouahch (Constantine)

**Résumé :**

La région de Djebel El Ouahch, représente un ensemble phytogéographique très remarquable du point de vue de sa végétation forestière. L'action anthropique, les facteurs climatiques, les incendies et le faible taux de réussite des reboisements et plantation, sont les principales causes de la dégradation de cette végétation forestière. La méthode adoptée pour étudier cette régression est basée sur les techniques de télédétection et de cartographie. Cette étude vise à mettre en évidence l'ampleur des changements du couvert forestier entre 1987 et 2014 à partir des images satellitaires LANDSAT TM5 (1987, 2002 et 2009) et LANDSAT 8 OLI (2014). Celles-ci, ont permis de faire une analyse spatiotemporelle de la dynamique de régression de la végétation forestière, dans la région du Djebel El Ouahch.

**Mots clef :** Régression, végétation forestières, télédétection, LANDSAT, diachronique.

**Jury d'évaluation :**

**Président du jury :** KANOUNI Malika (MCA- UFM Constantine).

**Rapporteur :** ARFA Azzedine Med Touffik (MAA- UFM Constantine).

**Examineurs :** HADEF Azzedine (MAA- UFM Constantine).

**Année universitaire : 2014/2015**