



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المركز الجامعي أحمد الونشريسي بتسمسيلت
Centre Universitaire El Wancharissi de Tissemsilt
Institut des Sciences et Technologies
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Spécialité : Ecologie et Environnement
Option: Protection des Ecosystèmes

Thème

LA CARTOGRAPHIE DES CHANGEMENTS DE L'OCCUPATION DES SOLS À PARTIR DES IMAGES SATELLITAIRES

Cas de Parc National de Theniet el Had (Cantons Kef Sachine et Sidi
Abdoun) Wilaya de Tissemsilt

Soutenue le : 17/07/2019

Présenté par :

- Mr. RABIA youcef
- M^{lle}. CHERIF souhila

Member de jury :

Mr. TALEB med amine

MCA C.U. Tissemsilt

President

Mr. HACHMAOUI anouar

DOCTORANT U. Mascara

Examineur

Mr. FELLAH sahnoun

MAA C.U. Tissemsilt

Encadreur

Année universitaire: 2018_2019

Remerciements

Tout d'abord, tout louange à ALLAH qui nous a éclairé le
Chemin du savoir et notre grand salut sur le premier
éducateur notre prophète **Mohamed**.

Nous remercions chaleureusement notre encadreur
Monsieur **FELLAH Sahnoun** pour ses aides précieuses,
Ses orientations et ses conseils.

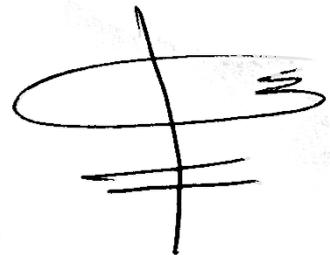
Nous adressons nos vifs remerciements et nos sincères
gratitudes à tous nos enseignants.

Nous remercions Monsieur **CHRAYER Humid** et Monsieur
MAIRIF Mohamed.

Dédicace

Je dédie ce travail aux mes parents.

Youssef .R

A stylized handwritten signature consisting of a large, sweeping loop on the left, a vertical line crossing it, and a horizontal line at the bottom. The signature is written in black ink on a light background.

Dédicace

Je dédie ce travail à la mémoire de mon père **Djaloul** que Dieu le miséricordieux l'accueille en son vaste paradis.

Je dédie ce mémoire à toute ma famille, ma mère **Chrifa**, ma grand mère et mon grand père, mes frères, mes sœurs.

A mes tantes et mes oncles.

A tous mes amis.

Enfin, je dédie ce modeste travail à tous qui ont contribué de proche et de loin pour la réalisation de mon mémoire.

Soukila .C



Liste d'abréviation

ENVI : Environment for Visualising Image

ERTS : Earth Resources Technological Satellite.

ETM+ : Enhanced Thematic Mapper Plus

GPS : Le Système de Positionnement Global

Ha : Hectare

IDL : Interactive Data Language

LANDSAT : Land satellite

MIR : Moyen Infrarouge.

OLI8 : Operational Land Imager 8

PIR : Proche Infrarouge

PNTH : Parc National de Theniet El Had

REM : Rayonnement Electromagnétique

SIG : Système d'information géographique

SPOT : Satellites Pour l'Observation de la Terre

Tc : Taux moyen annule d'expansion spatiale

Tg : Taux de changement globale

TM : Capteur Thematic Mapper

UTM : Universel transverse Mercator

WGS 84 : World Geodesic System, Revision de 1984

Liste des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1: Le Processus de télédétection | 6 |
| Figure 2: Télédétection passive et active. | 9 |
| Figure 3: Chronologie des missions Landsat | 13 |
| Figure 4: Différents satellites SPOT | 14 |
| Figure 5: Situation géographique de Parc National de Theniet El Had | 19 |
| Figure 6: Carte des cantons du Parc National de Theniet El Had | 20 |
| Figure 7: Carte des sols du Parc National de Theniet El Had | 22 |
| Figure 8: Carte hydrographique du Parc National de Theniet El Had | 23 |
| Figure 9 : Précipitations mensuelles du Parc National de Theniet El Had | 24 |
| Figure 10: Température mensuelles du Parc National de Theniet El Had | 26 |
| Figure 11: Diagramme ombrothermique du parc National de Theniet el Had..... | 26 |
| Figure 12: Carte de végétation du parc national Theniet El Had | 27 |
| Figure 13: Situation géographique des cantons Kef Sachine et Sidi abdoun..... | 29 |
| Figure 14: logicielle ENVI 4.7 | 34 |
| Figure 15: logicielle QGIS 2.18 | 35 |
| Figure 16: le masque utilise | 39 |
| Figure 17: le masque applique sur l'image | 39 |
| Figure 18: parcelles d'entrainement (Roi : Région of Interest) | 41 |
| Figure 19: l'algorithme du maximum de vraisemblance (Likelihood) sur ENVI..... | 42 |
| Figure 20: Protocole expérimental | 43 |
| Figure 21: Carte d'occupation de sol en 10 aout 1988..... | 45 |
| Figure 22: Pourcentage d'occupation de sol en 10 aout 1988..... | 46 |
| Figure 23: Carte d'occupation de sol en 22 aout 1998..... | 47 |
| Figure 24: Pourcentage d'occupation de sol en 22 aout 1998..... | 48 |
| Figure 25: Carte d'occupation de sol en 14 juin 2008 | 49 |
| Figure 26: Pourcentage d'occupation de sol en 14 juin 2008 | 50 |
| Figure 27: Carte d'occupation de sol en 13 aout 2018..... | 51 |
| Figure 28: Pourcentage d'occupation de sol en 13 aout 2018..... | 52 |
| Figure 29: Synthèse de l'évolution spatiale des classes d'occupation de 1988 à 2018 | 54 |
| Figure 30: l'évolution de la superficie d'occupation de sol dans le période 1988- 2018 | 54 |

Liste de tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 1: Caractéristiques des différents capteurs dans les satellites LANDSAT..... | 13 |
| Tableau 2: Répartition mensuelle de la pluviosité de la station de Miliana-Tiaret 1988-2018 | 23 |
| Tableau 3: Précipitations mensuelles corrigées à partir de la station de Miliana-Tiaret enregistrées durant la période 1988-2018 | 24 |
| Tableau 4: Données thermiques de la station de Miliana-Tiaret..... | 25 |
| Tableau 5: Données thermiques corrigées à partir de la station de Miliana-Tiaret enregistrées durant la période 1988-2018 | 25 |
| Tableau 6: Caractéristiques des scènes Landsat utilisées..... | 37 |
| Tableau 7: Résultats sur l'occupation de sol en 10 aout 1988 | 45 |
| Tableau 8: Résultats sur l'occupation de sol en 22 aout 1988 | 47 |
| Tableau 9: Résultats sur l'occupation de sol en 14 juin 2008..... | 49 |
| Tableau 10: Résultats sur l'occupation de sol en 14 juin 2008..... | 51 |
| Tableau 11: Taux de l'évolution spatiale des classes d'occupation de 1988 à 2018 | 53 |
| Tableau 12: Matrice de confusion (Année 1988)..... | 56 |
| Tableau 13: Matrice de confusion (Année 1998)..... | 57 |
| Tableau 14: Matrice de confusion (Année 2008)..... | 57 |
| Tableau 15: Matrice de confusion (Année 2018)..... | 58 |

Sommaire

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Liste d'abréviation

Liste des figures

Liste de tableaux

Sommaire

Introduction générale

CHAPITRE I : LA TELEDETECTION

| | |
|---|---|
| I.1. Introduction..... | 3 |
| I.2. Définition | 3 |
| I.3. Historique de la télédétection..... | 3 |
| I.3.1. Avant 1925..... | 3 |
| I.3.2. Entre 1925 et 1945 | 3 |
| I.3.3. Entre 1945 et 1960..... | 4 |
| I.3.4. Entre 1960 et 1972..... | 4 |
| I.3.5. Entre 1972 et 1989 | 4 |
| I.3.6. Entre 1991 et 1999 | 4 |
| I.4. Le Processus de télédétection | 4 |
| I.4.1. Source d'énergie ou d'illumination (A)..... | 4 |
| I.4.2. Rayonnement et atmosphère | 5 |
| I.4.3. Interaction avec la cible | 5 |
| I.4.4. Enregistrement de l'énergie par le capteur | 5 |
| I.4.5. Transmission, réception et traitement | 5 |
| I.4.6. Interprétation et analyse | 5 |
| I.4.7. Application..... | 6 |
| I.5. Les principes de la télédétection | 6 |
| I.5.1. Rayonnement électromagnétique..... | 7 |
| I.5.2. Les ondes électromagnétiques | 7 |
| I.5.2.1. Emission..... | 7 |
| I.5.2.2. Absorption..... | 7 |
| I.5.2.3. Réflexion..... | 7 |
| I.5.2.4. Diffusion | 8 |
| I.6. Les types de la télédétection | 8 |
| I.5.1. Capteur passif..... | 8 |
| I.5.2. Capteur actif..... | 8 |

| | |
|---|----|
| I.6. Les résolutions | 9 |
| I.6.1. Résolution spatiale | 9 |
| I.6.2. Résolution temporelle | 9 |
| I.6.3. Résolution spectrale | 9 |
| I.6.4. Résolution radiométrique..... | 9 |
| I.7. Les notions de l'image satellitaire | 10 |
| I.8. Apport de télédétection | 10 |
| I.9. Les domaines d'application de la télédétection | 10 |
| I.9.1. L'étude de l'atmosphère | 10 |
| I.9.2. Terrestre | 11 |
| I.9.3. Océanographie | 11 |
| I.10. Les programmes de la télédétection..... | 12 |
| I.10.1. Programme LANDSAT | 12 |
| 10.2. Programme SPOT | 14 |
| 10.3. Programme IKONOS | 14 |
| I.11. Méthodes des traitements utilisées en télédétection | 14 |
| I.11.1. Acquisition et stockage des données..... | 14 |
| I.11.2. Les pré- traitements..... | 15 |
| I.11.2.1. Corrections atmosphériques..... | 15 |
| I.11.2.2. Correction radiométrique | 15 |
| I.11.2.3. Corrections géométriques | 15 |
| I.11.4. Analyses statistiques | 16 |
| I.11.4.1. La classification supervisée | 16 |
| I.11.4.2. La classification non supervisée | 16 |

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

| | |
|--|----|
| II. 1. Introduction | 18 |
| II.2. Situation géographique | 18 |
| II. 3. Situation administrative..... | 19 |
| II. 4. Les caractéristiques physiques..... | 20 |
| II. 4.1. La topographie..... | 20 |
| II. 4.1.1. Relief | 20 |
| II. 4.1.2. Altitude | 21 |
| II. 4.2. Géologie..... | 21 |
| II. 4.2.1. Le sol | 21 |
| II. 4.2.2. Les ressources hydriques | 22 |
| II. 5. Le climat..... | 23 |
| II. 5.1. Précipitation..... | 23 |

| | |
|---|----|
| II. 5.2. Température..... | 25 |
| II. 6. La végétation | 27 |
| II. 7. La Faune | 28 |
| II. 8. Les stations d'étude | 28 |
| II. 9. Critères de choix | 28 |
| II. 10. Délimitation des stations d'étude | 28 |
| II. 11. Les caractéristiques des stations d'étude | 29 |

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

| | |
|--|----|
| III.1. Introduction | 33 |
| III.2. Logiciels et matériels utilisés | 33 |
| III.2.1. ENVI | 33 |
| III.2.1.1. Les avantages de logicielle ENVI | 34 |
| III.2.2. QGIS..... | 34 |
| III.2.3. Le GPS (Global Positioning System)..... | 35 |
| III.3. Méthodologie | 36 |
| III.3.1. Choix des images satellitaires | 36 |
| III.3.2. Traitement des données | 37 |
| III.3.2.1. Traitement cartographique des données | 37 |
| III.3.2.1.1. Exploitation des cartes topographiques..... | 37 |
| III.3.2.1.2. Extraction de l'information des images Landsat..... | 38 |
| III.3.2.1.3. Prétraitement des images Landsat | 38 |
| III.3.3. Création de masque | 38 |
| III.3.5. Détection des changements | 39 |
| III.3.6. Classification..... | 40 |
| III.3.6.1. Méthode d'analyse visuelle | 40 |
| III.3.6.2. Classification supervisée | 40 |
| III.3.6.2.1. La sélection des échantillons de parcelles d'entraînement (Roi : Région of Interest)..... | 41 |
| III.3.6.2.2. Le choix et application de l'algorithme de classification | 41 |
| III.3.7. Validation des classifications supervisées..... | 42 |

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

| | |
|--|----|
| IV.1. Introduction..... | 45 |
| IV2. Les résultats..... | 45 |
| IV2.1. L'état de l'occupation de sol en 10 aout 1988 | 45 |
| IV.2.2. L'état de l'occupation de sol en 22 aout 1998 | 47 |
| IV.2. 3. L'état de l'occupation de sol en 14 Juin 2008 | 49 |
| IV.2.4. L'état de l'occupation de sol en 13 aout 2018 | 51 |
| IV.1.5. Analyse de l'évolution de l'occupation du sol..... | 53 |

Sommaire

| | |
|--|-----------|
| IV.1.5.1. Entre 1988 et 1998 | 55 |
| IV.1.5.2. Entre 1998 et 2008 | 55 |
| IV.1.5.3. Entre 2008 et 2018 | 55 |
| IV.1.5.4. Entre 1988 et 2018 | 55 |
| IV.1.6. Analyse de la matrice d'erreur | 56 |
| IV.1.6.1. Année 1988 | 56 |
| IV.1.6.2. Année 1998 | 57 |
| IV.1.6.3. Année 2008 | 57 |
| IV.1.6.4. Année 2018 | 58 |
| IV.2. Discussion | 59 |
| Conclusion générale | 61 |
| Références Bibliographique | |

Introduction Générale

Introduction générale

La cartographie de l'occupation des sols est un outil nécessaire pour analyser et suivre les tendances de la couverture des sols pour prendre des décisions en qualité de préservé le patrimoine forestier. De plus, la disponibilité spatio-temporelle des données satellitaires offrent la possibilité de réaliser ces cartes. En utilisant des méthodes de traitement qui sont nombreuses et inhérentes aux caractéristiques de l'image. **(ELMI ALI. H ; 2016)**

La détection des changements de l'occupation du sol est le processus d'identification la différence de l'état d'un objet ou d'un phénomène observé à différentes époques, par l'application d'un ensemble de données multi-dates afin d'analyser qualitativement et quantitativement les effets temporelles de ces phénomènes. Cette détection des changements de caractéristiques de l'occupation est extrêmement importante pour comprendre les relations et les interactions entre les acteurs naturels et humains, afin de promouvoir une meilleure prise de décision. **(GUERINIAI. A ; 2012)**

Pour ce faire, nous avons réalisés une étude de détection des changements spatio-temporelle par l'utilisation de quatre images satellitaire de Landsat de l'année 1988, 1998, 2008, et 2018, dans le but d'évaluer la progression ou la régression du point de vue quantitatif et qualitatif soit dégradation ou évolution du couvert végétal entre les quatre dates prises , tout en essayant de comprendre les différentes facteurs qui peuvent engendrer ces changements.

La méthode adoptée pour détecter les changements de l'occupation est basée sur la comparaison des classifications supervisées, Cette méthode permet de fournir l'information détaillée sur l'évolution du changement et de la modification des classes d'occupation pour préparer des cartes d'occupation et des changements.

Pour l'application de notre méthodologie on a choisie les Cantons de Kef Sachine et celui de Sidi Abdoun localisés au parc National de Theniet el Had dans la Wilaya de Tissemsilt, cette zone d'étude est parmi les régions les plus vulnérables aux changements à cause de leur situation géographique et leur climat.

Ce mémoire est structure comme suit :

- Le premier chapitre expose un aperçu bibliographique sur la télédétection.
- Le deuxième chapitre est consacré à la présentation de la zone d'étude.
- Le troisième chapitre présente le matériel utilisé et explique les méthodes de traitement et d'analyse et définit notre démarche méthodologique.
- Le quatrième chapitre présente les résultats obtenus et la discussion.

CHAPITRE I

La Télédétection

I. La Télédétection

I.1. Introduction

La télédétection est un outil d'inventaire, par exemple en occupation des sols, d'analyse en météorologie et d'aide à la prévision en agriculture. Les principaux enjeux de l'observation de la Terre depuis l'espace sont donc scientifiques, économiques et stratégiques et les missions en dépendent.

I.2. Définition

La télédétection (en anglais « remote sensing ») désigne l'ensemble des techniques qui permettent d'étudier à distance des objets ou des phénomènes. **(CLAUDE. K ; 2018)**

Une définition officielle pour la télédétection est l'ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance, sans contact matériel avec ceux-ci. **(CITT ; 1988)**

Une définition plus précise la télédétection est la technique qui par l'acquisition d'images, permet d'obtenir de l'information sur la surface de la Terre sans contact direct avec celle-ci. La télédétection englobe tout le processus qui consiste à capter et à enregistrer l'énergie d'un rayonnement électromagnétique émis ou réfléchi, à traiter et à analyser l'information, pour ensuite mettre en application cette information. **(CCT ; 2015)**

I.3. Historique de la télédétection

I.3.1. Avant 1925

Les premières photographies prises depuis les airs à l'aide de pigeons « embarquant » des appareils photographiques ont été réalisées dans les dernières années du XIXe siècle. Des photographies aériennes prises depuis des ballons et des avions montrent ensuite la valeur des vues aériennes du sol, valeur très exploitée durant la 1^{ère} guerre mondiale. **(CAZAUX. K ; 1990)**

I.3.2. Entre 1925 et 1945

Des améliorations techniques permettent l'élargissement des applications particulières dans le domaine de la cartographie topographique avec les images stéréoscopiques. **(CAZAUX. K ; 1990)**

I.3.3. Entre 1945 et 1960

La photographie aérienne est en pleine développement, et les explications débordent la topographie, apportant de nombreuses informations en géologie, agriculture, forêt. (CAZAUX. K ; 1990)

I.3.4. Entre 1960 et 1972

Naissance des satellites de télédétection avec caméras et capteurs relativement primitifs. Ces années correspondent au développement des satellites météorologiques. Cette période correspond à la mise en place d'un système mondial d'observation météorologique, l'investigation d'autres parties du spectre, en particulier l'infrarouge thermique (attachées à l'observation photographique). (CAZAUX. K ; 1990)

I.3.5. Entre 1972 et 1989

Ces années correspondent à la maturité de la technologie et des systèmes d'observation de la terre avec développement de la haute résolution spectrale, l'acquisition et distribution opérationnelle et l'expérimentation de nouveaux capteurs dans une variété de bandes spectrales. La période commence avec le lancement du Landsat en 1972 et dans le milieu des années 1980, ce programme devenu opérationnel, c'est également la période du lancement du premier satellite opérationnel Français SPOT. (CAZAUX. K ; 1990)

I.3.6. Entre 1991 et 1999

Début de l'exploitation du satellite européen ERS-1, équipé de plusieurs capteurs passifs et captifs pour l'étude de l'environnement global de la planète.

Lancement par la société privée Space Imaging Corp. du satellite IKONOS, offrant des images à très haute résolution spatiale (1 m). (CLAUDE. K ; 2018)

I.4. Le Processus de télédétection

Selon (EL MERABET. Y ; 2013) le processus de télédétection comprend généralement sept étapes :

I.4.1. Source d'énergie ou d'illumination (A)

À l'origine de tout processus de télédétection se trouve nécessairement une source d'énergie pour illuminer la cible. Le plus souvent, voire dans la presque totalité des cas, cette

source d'énergie est le soleil. Mais le satellite lui-même peut être source d'énergie : c'est le cas pour le domaine de la télédétection radar.

I.4.2. Rayonnement et atmosphère

Durant son parcours « aller » entre la source d'énergie et la cible, le rayonnement interagit avec l'atmosphère. Une seconde interaction se produit lors du trajet « retour » entre la cible et le capteur.

I.4.3. Interaction avec la cible

Une fois parvenue à la cible, l'énergie interagit avec la surface de celle-ci. La nature de cette interaction dépend des caractéristiques du rayonnement et des propriétés de la surface. Chaque objet géographique émet ou réfléchit un rayonnement dans les diverses fréquences du spectre électromagnétique. Cette caractéristique s'appelle le comportement spectral. En télédétection, on suppose que tout objet ou classe d'objet sur la surface terrestre possède sa propre « empreinte digitale » dans le spectre électromagnétique (la signature spectrale), en fonction de la longueur d'onde du rayonnement qui est réfléchi ou émis par lui-même. Ainsi, une parcelle de canne à sucre aura des signatures différentes en fonction de son stade végétatif et de son niveau de maturation.

I.4.4. Enregistrement de l'énergie par le capteur

Une fois l'énergie diffusée ou émise par la cible, elle doit être captée à distance par un capteur qui n'est pas en contact avec la cible mais embarqué à bord d'un satellite ou d'un avion par exemple, pour être enfin enregistrée sous format numérique.

I.4.5. Transmission, réception et traitement

Cette information enregistrée par le capteur est transmise, souvent par des moyens électroniques, à une station de réception généralement située au sol où l'information est transformée en images (numériques ou photographiques).

I.4.6. Interprétation et analyse

Une interprétation visuelle et/ou numérique de l'image traitée est ensuite nécessaire pour extraire l'information que l'on désire obtenir sur la cible.

I.4.7. Application

La dernière étape du processus consiste à utiliser l'information extraite de l'image pour mieux comprendre la cible, c'est-à-dire la portion d'espace étudiée (une ville, une zone inondée, une forêt, etc.) afin de nous en faire découvrir de nouveaux aspects ou pour aider à résoudre un problème particulier.

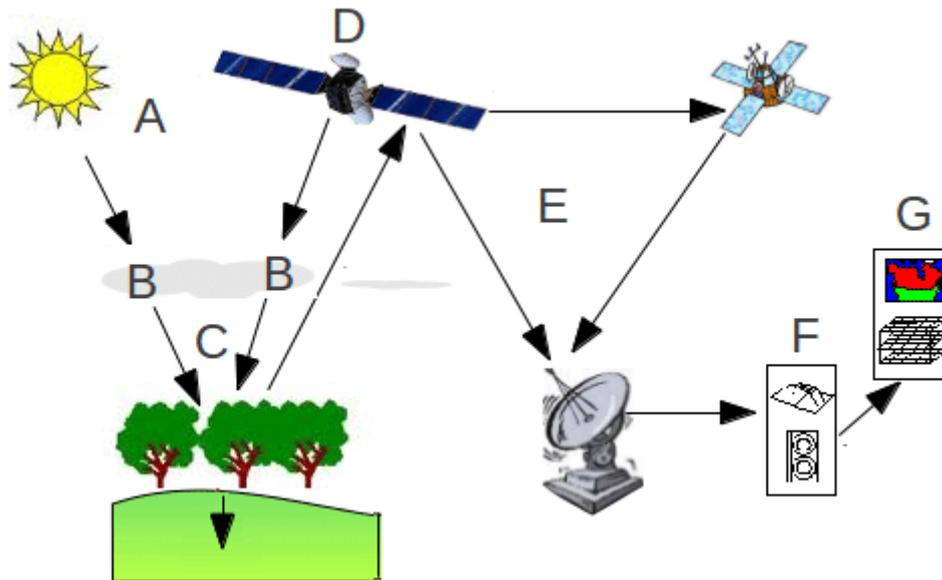


Figure 1: Le Processus de télédétection (EL MERABET. Y ; 2013)

- (A) Source d'énergie ou d'illumination.
- (B) Radiation et l'atmosphère.
- (C) Interaction avec la cible ou la surface.
- (D) Enregistrement de l'énergie par le capteur.
- (E) Transmission, réception, et traitement.
- (F) Interprétation et analyse.
- (G) Application.

I.5. Les principes de la télédétection

La télédétection utilise les propriétés du rayonnement électromagnétique pour analyser à distance la surface du sol, de l'océan ou l'atmosphère. Une bonne connaissance de la physique élémentaire du rayonnement est recommandée pour faciliter l'interprétation du produit final de la télédétection. (MOKADEM. D ; 2018)

I.5.1. Rayonnement électromagnétique

Le rayonnement électromagnétique est une forme de propagation de l'énergie dans la nature, dont la forme qui nous est la plus familière est la lumière visible telle que la perçoit l'œil humain. (CLAUDE. K ; 2018)

Le rayonnement électromagnétique est une sorte de transfert d'énergie qui se manifeste sous forme d'ondes ou de particules. (MOKADEM. D ; 2018)

I.5.2. Les ondes électromagnétiques

Une onde électromagnétique correspond à la vibration simultanée dans l'espace d'un champ électrique et d'un champ magnétique. Une onde électromagnétique est une onde progressive et transversale ; le sens de la variation des champs est perpendiculaire à la direction de propagation. (CLAUDE. K ; 2018)

I.5.2.1. Emission

Tout corps où la température thermodynamique est supérieure à 0°K (-273°C) émet un rayonnement électromagnétique.

Énergie rayonnée dans une longueur d'onde définie, pendant l'unité de temps, par l'unité de surface d'un corps à une température déterminée. (GUERINIAI. A ; 2012)

I.5.2.2. Absorption

Le corps qui reçoit une quantité de REM, peut en absorber une partie, l'absorptance est le rapport entre l'énergie absorbée et l'énergie incidente. Les zones du spectre électromagnétique, pour lesquelles l'absorption est faible sont appelées «fenêtres atmosphériques » ; elles déterminent les bandes spectrales utilisables en télédétection. (GUERINIAI. A ; 2012)

I.5.2.3. Réflexion

Tout corps qui reçoit une quantité de REM, peut en réfléchir une partie. On parle d'albédo lorsqu'il s'agit d'énergie solaire réfléchi par une portion d'espace terrestre, il s'exprime en pourcentage d'énergie réfléchi. La réflexion peut être spéculaire lorsqu'elle est dirigée entièrement dans une seule direction, ou diffuse lorsqu'elle est dirigée dans toutes les directions. (GUERINIAI. A ; 2012)

I.5.2.4. Diffusion

On distingue la diffusion de Rayleigh (résulte de l'interaction entre le rayonnement et les molécules gazeuses dont les dimensions sont très inférieures aux longueurs d'ondes du rayonnement solaire. C'est ce qui explique la couleur bleu du ciel et sa couleur rouge au coucher du soleil) et la diffusion de Mie qui est due aux aérosols en suspension dans l'air - poussière, micro gouttelettes d'eau -qui concerne les aérosols. (GUERINIAI. A ; 2012)

I.6. Les types de la télédétection

Il existe deux principaux types de satellites :

I.5.1. Capteur passif

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. Le capteur actif a l'avantage de pouvoir prendre des mesures à n'importe quel moment de la journée ou de la saison. (SEMMOUD. A et ZENNAKI. O ; 2013)

On a deux sources naturelles qui émettent du rayonnement : Le Soleil (rayonnement ultraviolet, visible, proche infrarouge), La Terre (rayonnement infrarouge thermique).

Les capteurs actifs se définissent comme étant des instruments qui émettent artificiellement de l'énergie sous forme d'impulsion à fréquence temporelle régulière et qui ont la capacité d'enregistrer le signal rétrodiffusé par les objets qui ont été en contact avec cette énergie. (SEMMOUD. A et ZENNAKI. O ; 2013)

I.5.2. Capteur actif

Mesure l'énergie disponible naturellement. Le capteur passif peut seulement percevoir l'énergie réfléchie lorsque le soleil illumine la terre. Il n'y a donc pas d'énergie solaire réfléchie le soir, tandis que l'énergie dégagée naturellement (l'infrarouge thermique) peut être perçue le jour ou la nuit. (SEMMOUD. A et ZENNAKI. O ; 2013)

Ces capteurs sont utilisés par exemple dans les satellites optiques.

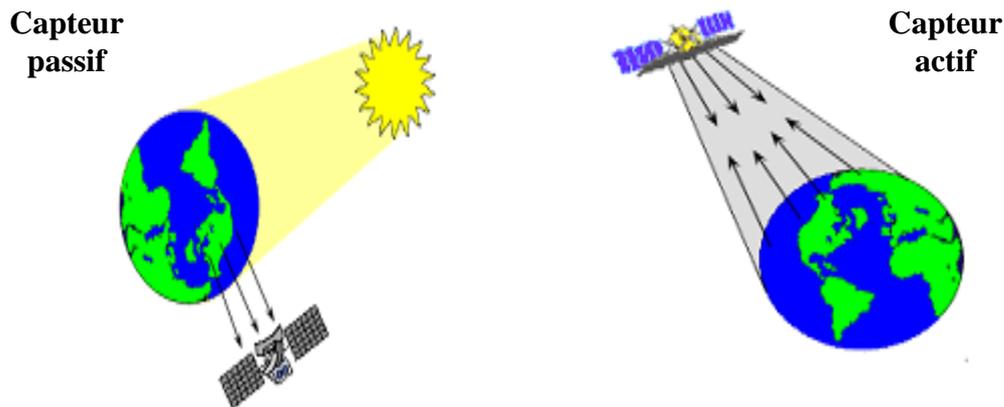


Figure 2: Télédétection passive et active. (CCT, 2018)

I.6. Les résolutions

I.6.1. Résolution spatiale

La résolution spatiale est la taille réelle (en m², ha...) du plus petit élément représenté dans un jeu de données. En mode raster, la résolution spatiale correspond à la taille de la cellule de la grille. En mode vecteur polygonal ou linéaire la résolution spatiale est la surface ou la longueur de la plus petite entité réelle que l'on est supposé trouver dans la base de données. Elle correspond au niveau de détail d'un jeu de données. (EMSE ; 2013)

I.6.2. Résolution temporelle

Le temps que prend le satellite pour enregistrer le même endroit dans les mêmes conditions : horaires, conditions d'illumination, etc., est la résolution temporelle. Le satellite, dans ce cas, a effectué un cycle orbital complet. (GHANIMA. D ; 2015)

I.6.3. Résolution spectrale

Correspond à la capacité du capteur à distinguer des signaux de longueurs d'onde différentes. Elle dépend du dispositif de filtrage optique qui sépare les rayonnements incidents en bandes spectrales plus ou moins larges. (CHABIRA. D ; 2007)

I.6.4. Résolution radiométrique

Exprime l'aptitude du capteur, dans une bande spectrale considérée, à distinguer des signaux électromagnétiques d'énergies différentes. Sa limite est la plus petite variation d'énergie décelable. (ZAOUI. L ; 2019)

I.7. Les notions de l'image satellitaire

L'image satellite est une image numérique représentant les mesures d'un rayonnement réfléchi ou émis par la surface terrestre. Permet d'identifier en composition colorée les éléments du paysage. (ZAOUI. L ; 2019)

Elles sont caractérisées par la partie du spectre électromagnétique utilisée (visible, infrarouge, ondes radar), la résolution au sol, c'est-à-dire la taille du plus petit élément ou échantillonné sur le terrain, la répétitivité de l'observation qui est un des grands avantages de l'observation par satellite est de pouvoir fournir des séries temporelles d'images de la même zone dans des conditions d'observation assez identiques. (ZAOUI. L ; 2019)

I.8. Apport de télédétection

- Elle offre une vision globale et continue de la surface terrestre et des phénomènes qui s'y déroulent.
- Elle offre une vision riche d'informations (multi spectrale et hyper spectrale).
- Elle permet d'accéder à des zones dites « inaccessibles » pour des questions de topographie, de climat et de catastrophes naturelles;
- Acquisition de données en temps voulu.
- Observations très rapprochées dans le temps d'un même endroit (répétitivité).
- Les images sont sous forme numérique, ce qui facilite considérablement leur intégration dans les bases de données, possibilité de faire la modélisation pour les phénomènes étudiés. (GUERINIAI. A; 2012)

I.9. Les domaines d'application de la télédétection

I.9.1. L'étude de l'atmosphère

Le premier grand domaine d'application de la télédétection a été l'étude de l'atmosphère (météorologie et climatologie). L'intérêt de la télédétection dans ce domaine est d'assurer une couverture globale et très fréquemment répétée de la planète entière. (CLAUDE. K ; 2018)

Parmi les applications atmosphériques de la télédétection :

- Le suivi en temps réel des masses nuageuses et des phénomènes météorologiques.

- L'extraction automatique de paramètres géophysiques qui sont assimilés dans les modèles numériques de prévision météorologique.
- Le traitement en série des images archivées pour l'obtention de séries climatologiques sur la nébulosité et les pluies, la température de surface de la terre ou de la mer, ... etc.
- Le suivi du trou d'ozone sur l'Antarctique.
- La climatologie des nuages.

I.9.2. Terrestre

Les applications terrestres de la télédétection sont extrêmement variées, et le champ des utilisations ne cesse de s'élargir : cartographie, géologie et prospection minière, mais aussi surveillance des cultures ou du couvert forestier, urbanisme, aménagement, génie civil. **(TIR. E ; 2016)**

I.9.3. Océanographie

La télédétection offre l'avantage de permettre une vision synoptique de vastes régions qu'il est impossible d'obtenir par les moyens traditionnels (bateaux). Pour certaines études à petite échelle, les données des satellites météorologiques sont largement utilisées en océanographie (températures de surface de l'océan) ; pour les études côtières, ce sont les satellites de télédétection terrestre, équipés de capteurs à haute résolution, qui sont les plus utiles. **(GUERINIAI. A ; 2012)**

Parmi les applications océanographiques de la télédétection :

- L'étude des glaces de mer en régions polaires.
- Mesurer la production biologique (plancton) et la turbidité.
- La température de surface de la mer.
- Observer les phénomènes ondulatoires présents sur l'océan, les vagues en particulier.
- L'altitude de la surface de la mer qui est un reflet de la dynamique océanique (courants généraux), ou la vitesse du vent sur la mer.

I.10. Les programmes de la télédétection

La collecte de données de télédétection est réalisée soit par des avions soit par des satellites. Actuellement, la télédétection évoque surtout l'acquisition de données par les satellites. Il y a une multitude de satellites en orbite qui observent les états de la surface terrestre ont va citer quelques uns. **(DARABID. D et BOUCHEKARA. M ; 2013)**

I.10.1. Programme LANDSAT

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'en évaluer les ressources potentielles (ERTS : Earth Resources Technology Satellite) -Landsat 1, envoyé le 22 Juillet 1972, a fonctionné jusqu'au 6 janvier 1978. **(EDUSCOL ; 2006)**

8 satellites lancés, Landsat 7 et 8 sont actuellement opérationnels: **(UNSG ; 2018)**

- LANDSAT 1 : 23 juillet 1972
- LANDSAT 2 : 22 janvier 1975
- LANDSAT 3 : 5 mars 1978
- LANDSAT 4 : 16 juillet 1982
- LANDSAT 5 : 1 mars 1984
- LANDSAT 6 : 5 octobre 1993 (échec)
- LANDSAT 7 : 15 avril 1999
- LANDSAT 8 : 11 février 2013

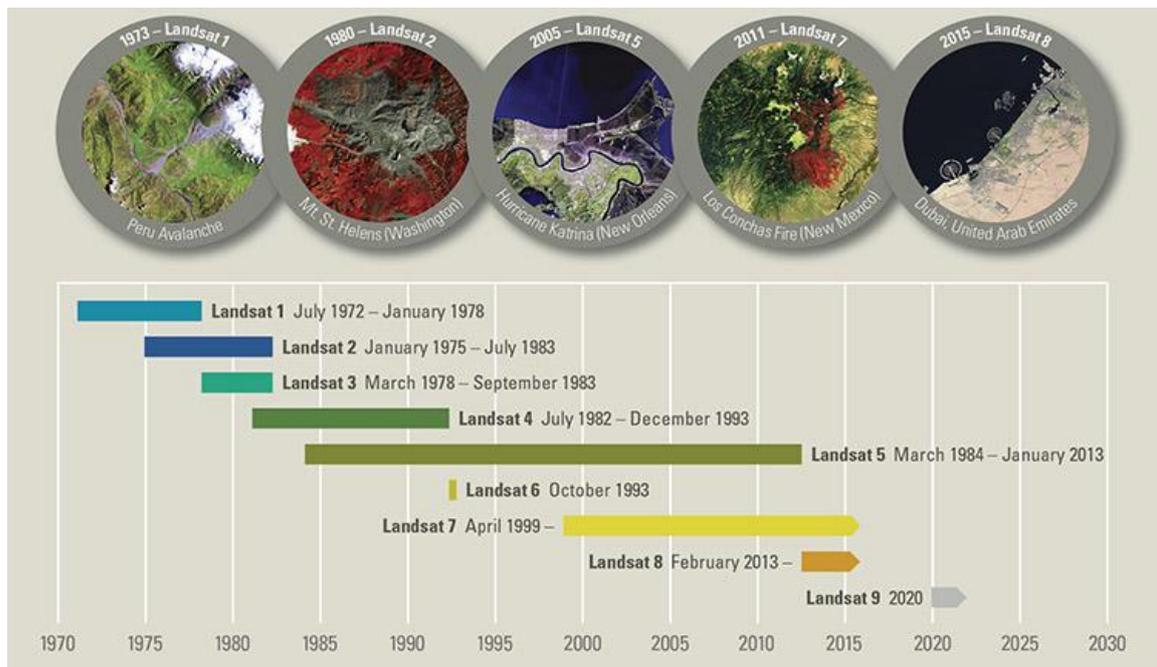


Figure 3: Chronologie des missions Landsat (Source USGS NASA ; 2018)

Les caractéristiques des différents capteurs utilisés dans les satellites LANDSAT sont indiquées dans le tableau suivant :

Tableau 1: Caractéristiques des différents capteurs dans les satellites LANDSAT. (Source : GIRARD. G ; 1999 in GUERINIAI. A; 2012)

| Capteur | Capteur | RBV | MSS | TM+ |
|---------------------|--|--|---|--|
| Satellite | Landsat 1 à 3 | Landsat 4 à 5 | | Landsat 5 à 7 |
| Type | Héliosynchrones orbite sub-polaire | | | |
| Altitude (Km) | | | | |
| Répétitivité | 16 jours | | | |
| Canaux | 1: 0,479-0,575µm 2: 0,580-0,680µm 3: 0,690-0,830µm | 1: 0,5 - 0,6µm 2: 0,6 - 0,7µm 3: 0,7 - 0,8µm 4: 0,8 - 1,1µm | 1: 0,45-0,515µm 2: 0,525-0,605µm 3: 0,63-0,690µm 4: 0,73-0,90µm 5: 1,55-1,75µm 6: 10,40-12,5µm 7: 2,09-2,35µm | 1: 0,45-0,515µm 2: 0,525-0,605µm 3: 0,63-0,690µm 4: 0,73-0,90µm 5: 1,55-1,75µm 6: 10,40-12,50µm 7: 2,09-2,35µm P: 0,52-0,90µm |
| Résolution spatiale | 79 x 56 m | | 1à7 :30m ; 6 :120 m | 1à7 :30m 6 :60m P: 15m |
| Taille scène | 170 x 185,2 km | | | |

RBV : Caméra numérique Return Beam Vidicon.

MSS : Capteur Multispectral : Multi Spectral Scanneur. **TM**: Capteur Thematic Mapper.

ETM +: Capteur Enhanced Thematic Mapper Plus.

10.2. Programme SPOT

Le groupe SPOT (satellite pour l'observation de la Terre) fournit des images optiques à haute résolution et sur une grande surface depuis 1986. (ESA ; 2017)

Le premier satellite SPOT a été mis en orbite le 22 Février 1986; SPOT 2 a été lancé le 22 Janvier 1990; SPOT 3, le 26 Septembre 1993 mais a cessé d'émettre; SPOT 4 a été mis en orbite le 24 Mars 1998. SPOT5 lancé début de 2002. (APT ; 2000)

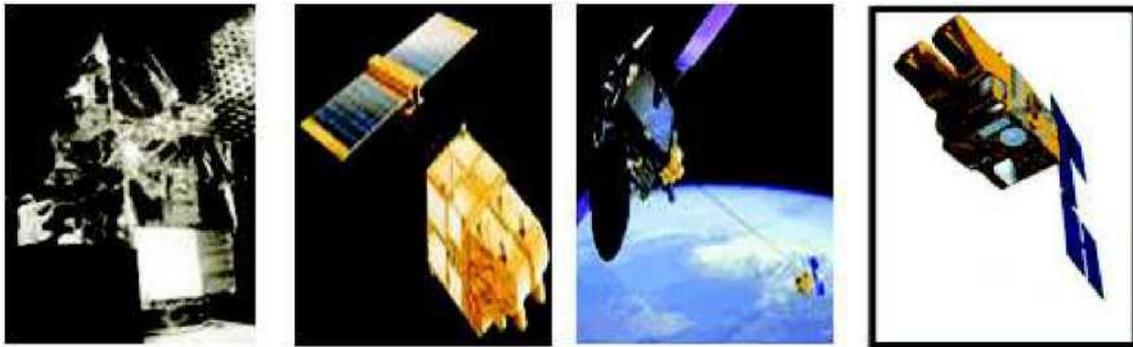


Figure 4: Différents satellites SPOT (Source SNES SPOT5 ; 2011)

10.3. Programme IKONOS

IKONOS est dérivé du mot grec que *EIKONA*, qui signifie IMAGE.

Lancé en Septembre 1999 par Space Imaging, Ikonos a été le premier satellite commercial haut résolution. Le satellite a une orbite héliosynchrone avec une inclinaison de 98.1 degrés par rapport à l'équateur et à une altitude de 680km. L'enregistreur à bord a une fauchée de 11km et collecte simultanément l'image panchromatique et l'image multi spectrale en 4 bandes codées sur 11 bits. (ETTARID. M et DEGAICHIA. F ; 2014)

I.11. Méthodes des traitements utilisées en télédétection

La télédétection produit des images, c'est-à-dire des représentations planes du territoire.

Ces images contiennent potentiellement des données qu'il s'agit d'extraire par des traitements appropriés (interprétation, classification, etc.), dans le but de former des informations et agir sur le territoire.

I.11.1. Acquisition et stockage des données

Avant d'être distribuées, les données sont stockées sous forme de bandes magnétiques. La capacité de stockage est exprimée en octets (kilo, méga, giga, octets), un octet équivaut à 8

bits ou bien 2 possibilités de valeurs, c'est à dire 256 niveaux échelonnés de 0 « Noir » à 255 « Blanc ». (GUERINIAI. A; 2012)

I.11.2. Les pré- traitements

Distinguent les traitements classiques préalables à la mise en forme optimale des données et les traitements proprement dits pour interpréter les données et évaluer les résultats. (DESHAYES et MAUREL ; 1990)

I.11.2.1. Corrections atmosphériques

La correction atmosphérique sur les images est en fonction des caractéristiques thématiques de la zone d'étude et de la méthode de traitement d'image employée.

Il est possible d'obtenir la contribution réelle de l'atmosphère sans posséder les données décrivant les conditions météorologiques lors de l'enregistrement de l'image. C'est donc par simulation que les corrections atmosphériques vont être effectuées, pour obtenir au final une évaluation la plus précisée. (DESHAYES et MAUREL ; 1990)

I.11.2.2. Correction radiométrique

Elles permettent de diminuer et de compenser la différence de l'élévation solaire entre différentes dates de prise de vue et la différence dans le calibrage du capteur chostrès importante pour les études multi-temporelles et la cartographie des changements. (DESHAYES.H et MAUREL. P ; 1990)

I.11.2.3. Corrections géométriques

Elles sont destinées à corriger des déformations systématiques dues à la prise de vue (ellipsoïde terrestre, défilement du satellite, variation de vol, technologie du capteur) ainsi qu'à rendre l'image superposable à une carte.

Elles sont faites soit à partir de paramètres d'orbite et d'attitudes enregistrées durant le vol, soit à l'aide de lois de déformations, pour rendre l'image conforme à un type de projection cartographique connu. (DESHAYES.H et MAUREL. P ; 1990)

I.11.4. Analyses statistiques

Il ya deux catégories :

I.11.4.1. La classification supervisée

Elle consiste à regrouper les unités en classes d'occupation des sols en fonction d'un ou de plusieurs caractères communs qui prennent un sens thématique bien précis. Grace à une connaissance préalable du terrain, ces classes sont par la suite corrigées. Dans ce type de classification, les classes obtenues ont une signification précise. L'inconvénient est le temps de réalisation qui est long, en particulier pour le choix des zones d'apprentissage. **(FODIL. S ; 2018)**

I.11.4.2. La classification non supervisée

Au cours de la classification non supervisée, les divers éléments de l'image (pixels) sont automatiquement classés en fonction de leurs caractéristiques spectrales et du nombre de classes fixé par l'opérateur. Ce qui permet d'effectuer une première segmentation des images en grands thèmes d'occupation des sols. Mais cette méthode de classification présente des inconvénients, car le regroupement des valeurs numériques crée des classes dont la signification thématique est parfois difficile à identifier. **(FODIL. S ; 2018)**

CHAPITRE II

Présentation de la zone d'étude

II. Présentation de la zone d'étude

II. 1. Introduction

Le parc national de Theniet El Had est créé en 23 juillet 1983, par décret présidentiel n° 83- 459 et dénommé le Parc National de Theniet El Had (PNTEH) et ce suite à une étude Bulgare menée en 1984. **(LATROUS . A ; 2017)**

Le parc est situé dans la wilaya de Tissemsilt, dans le but de sauvegarder les qualités exceptionnelles de la nature, en conciliant la protection intégrale de la flore, de la faune et des beautés naturelles avec l'utilisation pour objectifs éducatifs, récréatifs et scientifiques.

Le parc national des cèdres de Théniet el Had est situé à 185km au sud-ouest de la capitale Alger, et à 150km de la côte méditerranéenne. Sa superficie totale est de 3425ha.

II.2. Situation géographique

Le parc national de Théniet El-Had est situé au nord-ouest de l'Algérie dans la wilaya de Tissemsilt à quelques kilomètres de la ville éponyme de Théniet El Had au coeur de l'Atlas tellien. **(ALGERIE-MONDE ; 2013)**

Le parc National de Theniet El-Had se situe au niveau de la partie septentrionale du grand massif de l'Ouarsenis. Il est compris entre les monts des Beni Chougrane à l'Ouest, les monts de Tetteri à l'Est, la vallée du Chlef au Nord et les plaines du Sersou au Sud. **(BOURORGA. A ; 2016)**

Suivant les coordonnées géographiques suivantes :

- Latitude : 35° 54' 4'' et 35° 49' 41'' de latitude nord.
- Longitude : 02° 02' 4'' et 01° 52' 45'' de longitude est.

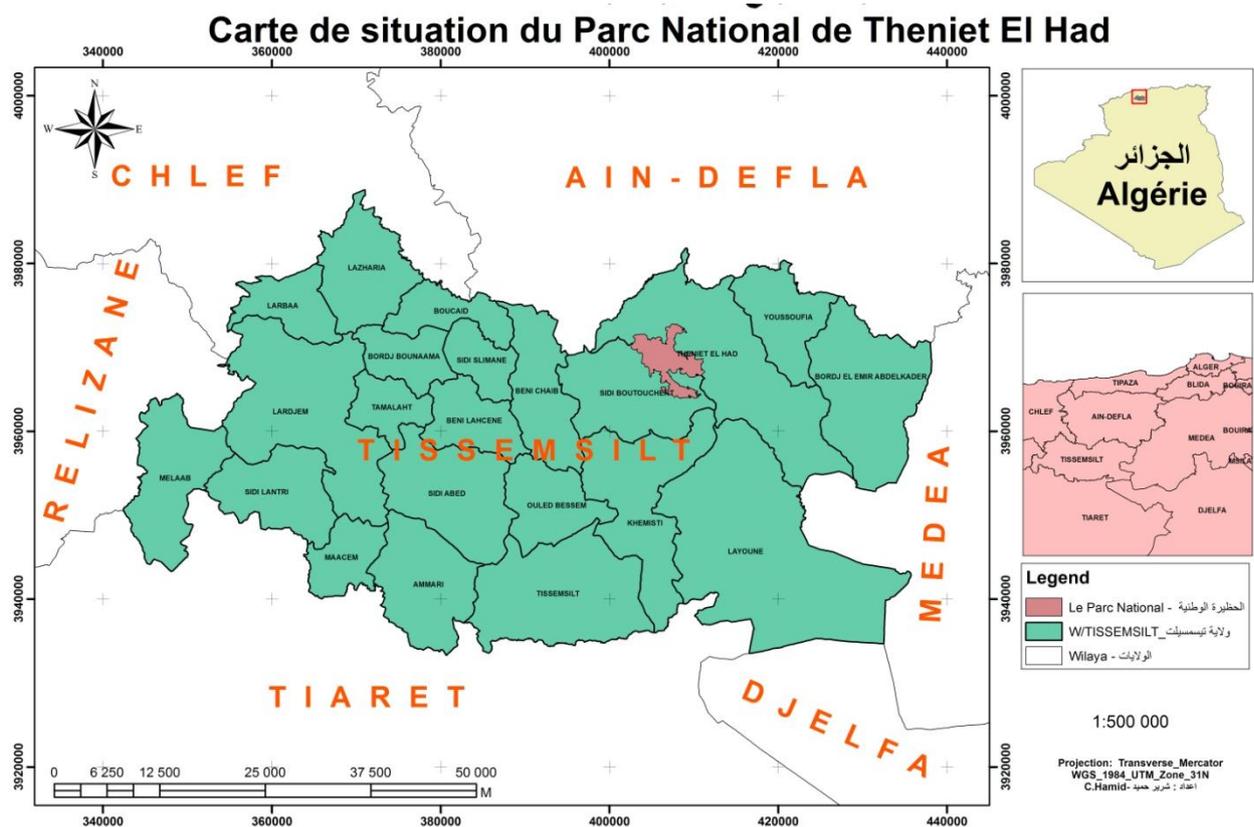


Figure 5: Situation géographique de parc national de Theniet El Had (PNTH ; 2018)

II. 3. Situation administrative

De point de vu découpage administratif, le territoire du Parc fait partie de :

- Wilaya de : Tissemsilt
- Daïra de :ThenietEl-Had
- Commune de : ThenietEl-Had

En ce qui concerne l'administration forestière, la zone fait partie de :

- Conservation : Tissemsilt
- Circonscription : ThenietEl-Had
- District :ThenietEl-Had

Le parc national de Theniet El Had est divisé en dix cantons, dont la grande partie de superficie se trouve au niveau du versant Sud sur une étendue de 2052 ha. (ABEDELLOH MAHDJOUBI. K et ZERKA. A ; 2018)

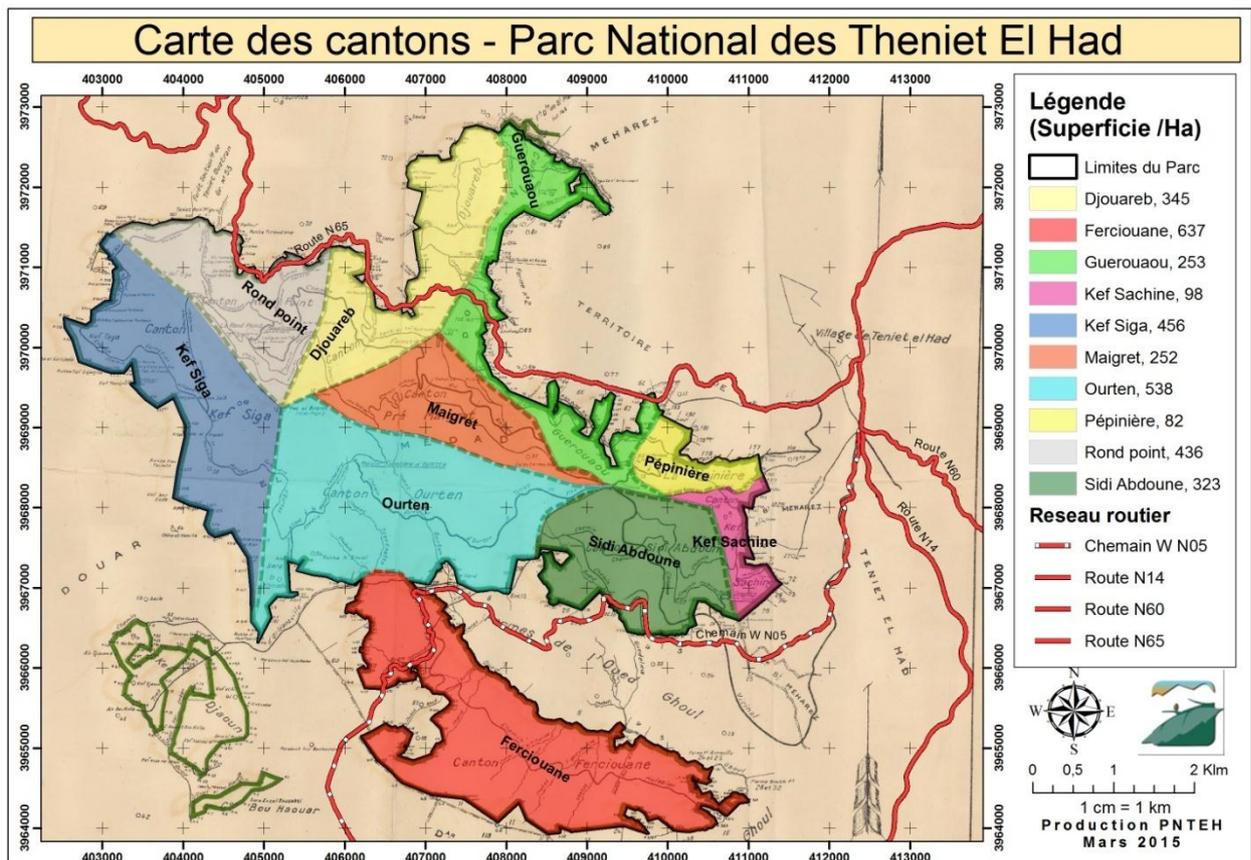


Figure 6: Carte des cantons du Parc National de Theniet El Had (PNTN ; 2015)

II. 4. Les caractéristiques physiques

II. 4.1. La topographie

II. 4.1.1. Relief

Le parc représente deux expositions principales : Nord et Sud le versant Nord entrecoupé de quelques cuvettes encaissées et la crête principale ou culmine le point le plus haut «Ras el Braret » relevant canton rond-point. (ABEDELDAH MAHDJOUBI. K et ZERKA. A ; 2018)

Un troisième versant, celui de l'ouest. Mais, la superficie de ce dernier est moins importante. (KHEDIM. R ; 2018)

Le versant Sud est d'une assez forte inclinaison, mais contrairement au versant Nord, la longueur du terrain est assez vaste environ le double du premier. (ABEDELDAH MAHDJOUBI. K et ZERKA. A ; 2018)

II. 4.1.2. Altitude

Selon (CHAOUI. A ; 2017) le territoire du parc est compris entre des altitudes répartir entre les deux principales expositions.

- Au versant nord : il culmine à 853 m (Ras el Braret) et descend jusqu'à 1.787m et au niveau du Oued Mouilha dans le canton Djouereb.
- Au versant sud : on rencontre une altitude supérieure qui est le pic à 1.787 m et la limite inférieure est à 968 représentant le bout aval du oued el Ghoul appartenant au canton Fersiouane.

II. 4.2. Géologie

Le sol du parc national repose sur des grès numidiens. Il existe de nombreux substrats essentiellement à base de calcaire, de marnes et de schistes dans les basses altitudes. (BELKAID ; 1988)

II. 4.2.1. Le sol

On trouve les trois types de sol suivants :

- **Les sols peu évolués**

Ils sont pauvres en matière organique, à texture grossière, se trouve dans les deux versants du parc.

Ils sont formés à la suite de dépôts d'éléments provenant des sols à fortes pentes.

On y rencontre de la végétation ligneuse et broussailleuse. (DIP ET ZAIZ ; 2011)

- **Les sols minéraux bruts d'érosion**

Ils sont peu profonds, de texture à particules grossière, avec un pH neutre ces sols se succèdent presque sans interruption avec des affleurements de la roche mère. (DIP ET ZAIZ ; 2011)

- **Les sols brunifiés lessivé**

Ces sols se caractérisent par un profil pédologique complet de type ABC, riches en potassium, azote, et en matière organique. (DIP ET ZAIZ ; 2011)

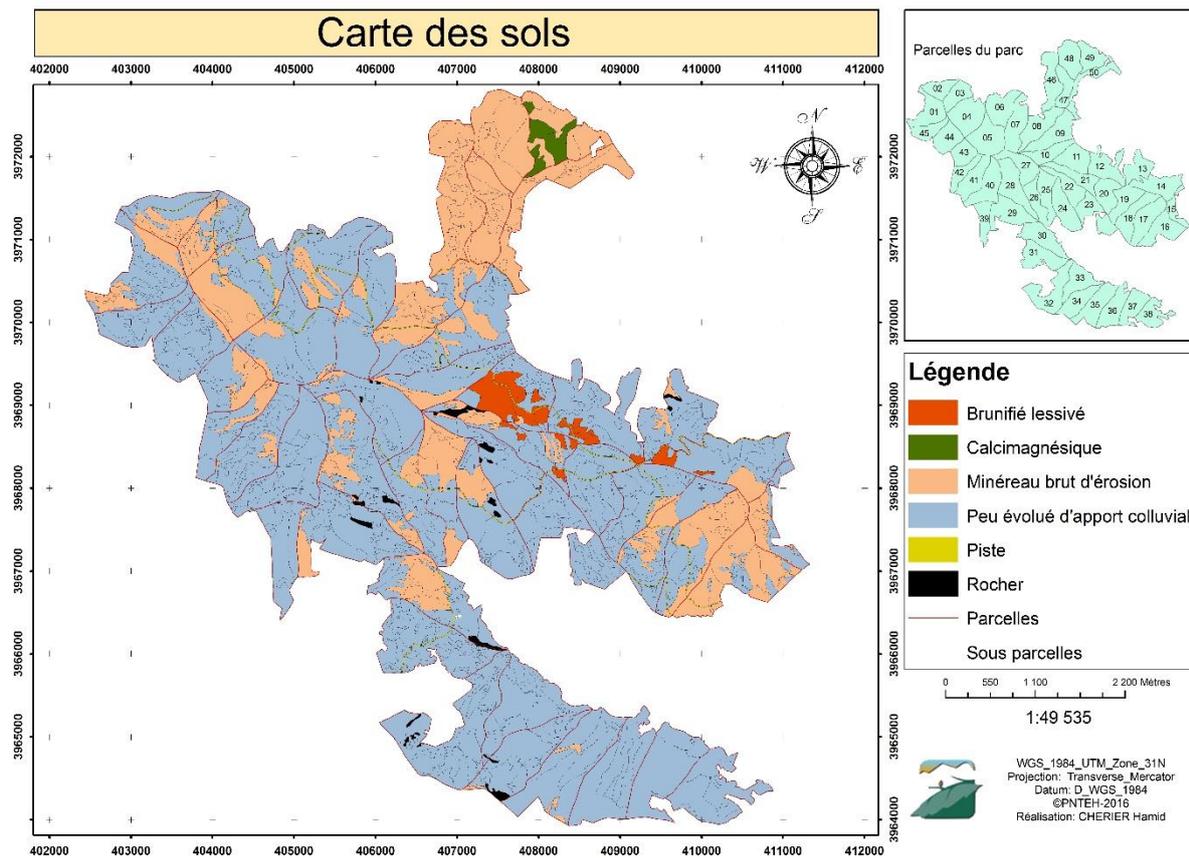


Figure 7: Carte des sols du Parc National de Theniet El Had (PNTH ; 2016)

II. 4.2.2. Les ressources hydriques

Il existe deux oued qui sont captés et utilisés par les riverains de la région : (PNTH ; 2019)

- Oued El-Mouilha au nord du parc
- Oued El-Ghoul au sud du parc.

Il existe d'autres sources d'eau parmi lesquelles on a : Ain Touila, Toursout, Ourten et Djedj El-maa, ces sources sont caractérisés par des eaux ferrugineuses. (DIB. M et ZAIZ. A ; 2011)

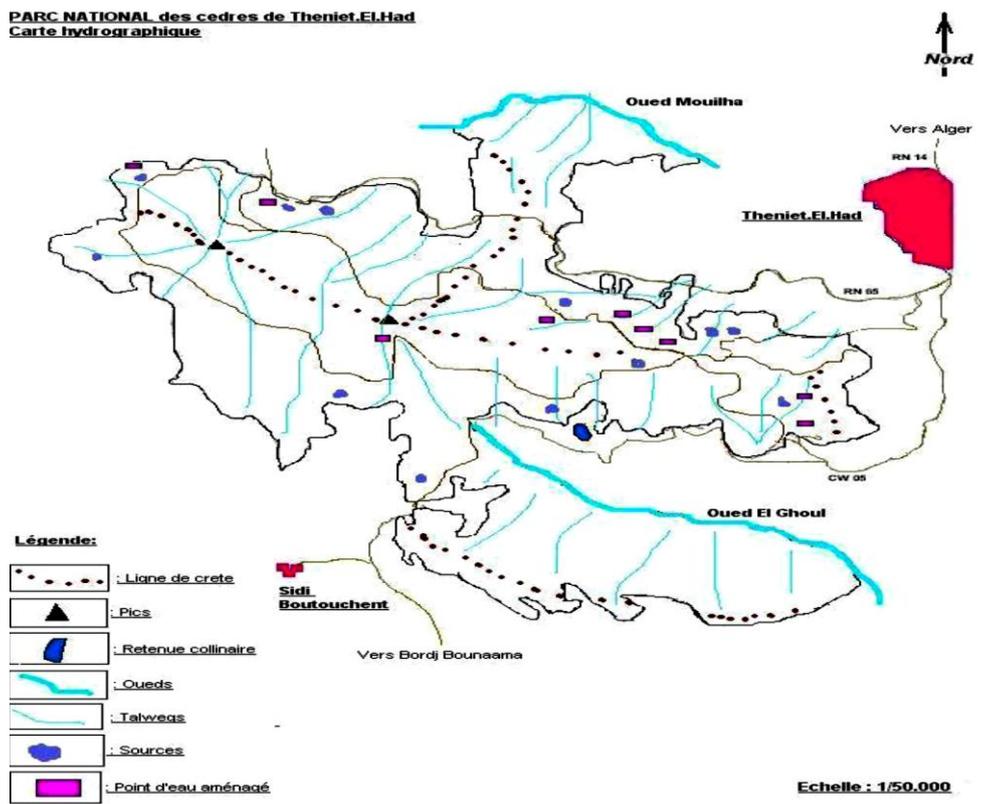


Figure 8: Carte hydrographique du Parc National de Theniet El Had (PNTH ; 2002)

II. 5. Le climat

II. 5.1. Précipitation

La précipitation sont toutes les eaux météoriques qui tombent sur la surface de la terre, tant sous forme liquide (bruine, pluie, averse).

La station de Theniet El Had est à 1160 m d'altitude, située à 02° 01' de longitude Est et 35°32' de latitude Nord.

Nous avons fait une correction climatique à partir de la station de miliana-tiaret.

Les données pluviométriques pour la station de Miliana-Tiaret sont représentées dans les tableaux suivants :

Tableau 2: Répartition mensuelle de la pluviosité de la station de Miliana-Tiaret 1988-2018 (INFOCLIMAT ; 2019)

| Moi | J | V | M | A | M | J | Jet | A | S | O | N | D | TOTAL |
|--------|-------|------|----|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|--------------|
| P (mm) | 108,9 | 88,9 | 91 | 73,1 | 46,5 | 18,2 | 12,7 | 10,9 | 36,9 | 53,5 | 93,5 | 119 | 753,1 |

P : précipitation

La valeur corrigée de la pluviosité annuelle obtenue pour la zone d'étude, après extrapolation est:

Station de Miliana-Tiaret (altitude: 715m): P = 753mm;

Zone d'étude (altitude : 1320m) : P=1500mm.

Afin de corriger les données pluviométriques de la zone d'étude à partir de celles de la station de Theniet El Had on calcule à priori le coefficient de correction (Cp) soit:

- $C_p = (A + P_r) / P_r$
- $P_r = d * 50 / 100$
- A : accroissement de précipitation => $A = d * 50 / 100$
- d : différent entre les deux altitudes

Ainsi, on multiplie par 1.99 toutes les moyennes mensuelles de la station de Miliana-Tiaret.

Tableau 3: Précipitations mensuelles corrigées à partir de la station de Miliana-Tiaret enregistrées durant la période 1988-2018 (INFOCLIMAT ; 2019)

| Moi | J | V | M | A | M | J | Jet | A | S | O | N | D | TOTAL |
|--------|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|----|----|-----|-----|-----|-------|
| P (mm) | 217 | 177 | 181 | 146 | 93 | 36 | 25 | 22 | 73 | 107 | 186 | 237 | 1500 |

Précipitations mensuelles du Parc National de Theniet El Had

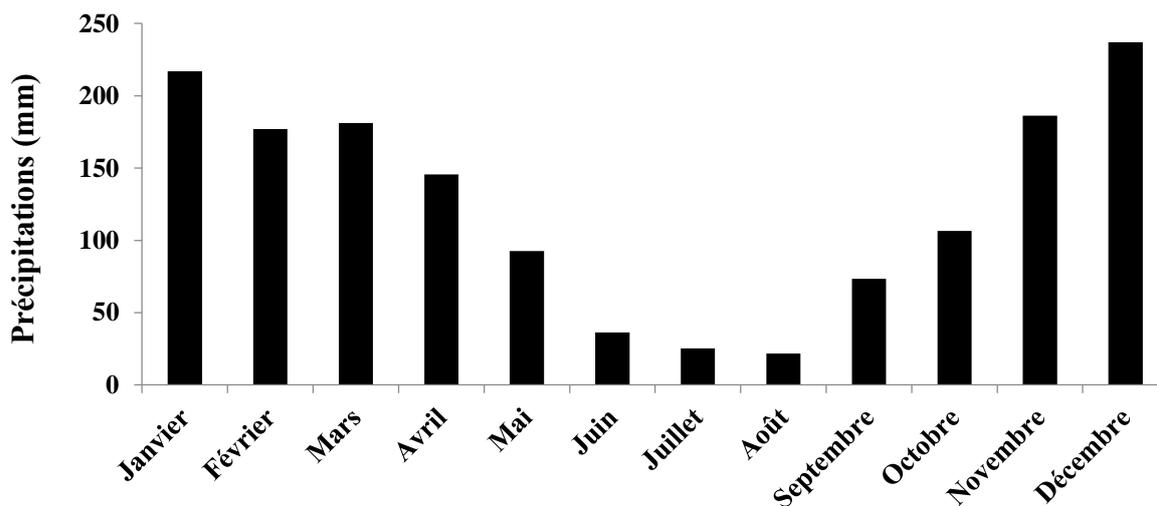


Figure 9 : Précipitations mensuelles du Parc National de Theniet El Had

II. 5.2. Température

La température est considérée comme l'un des éléments fondamentaux du climat, affectant directement les processus biologiques et chimiques dans la biosphère et l'activité de tous les êtres vivants.

Tableau 4: Données thermiques de la station de Miliana-Tiaret (INFOCLIMAT ; 2019)

| Moi | J | V | M | A | M | J | Jet | A | S | O | N | D | ANNEE |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
| Moyenne maximale «M» | 12,6 | 13,6 | 16,8 | 19,5 | 24,3 | 29,9 | 34,6 | 34,5 | 29,3 | 23,5 | 16,5 | 13,5 | 22,4 |
| Moyenne minimale «m» | 6,4 | 6,7 | 8,7 | 10,6 | 14,3 | 18,7 | 22,3 | 22,5 | 18,5 | 15 | 9,8 | 7,3 | 13,4 |
| Température | 9,5 | 10,2 | 12,7 | 15,1 | 19,3 | 24,3 | 28,4 | 28,5 | 24 | 19,6 | 13,5 | 10,4 | 18 |

La correction des données est établie de la manière suivante :

- Température maximale : $(0.7 * X) / 100$ (X : différence altitudinale)
- Température minimale : $(0.4 * X) / 100$

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 5: Données thermiques corrigées à partir de la station de Miliana-Tiaret enregistrées durant la période 1988-2018

| Moi | J | V | M | A | M | J | Jet | A | S | O | N | D | ANNEE |
|----------------------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-------------|
| Moyenne maximale «M» | 8,4 | 9,4 | 12,6 | 15,3 | 20,1 | 25,7 | 30,4 | 30,3 | 25,1 | 19,3 | 12,3 | 9,3 | 18,1 |
| Moyenne minimale «m» | 7,1 | 7,8 | 10,3 | 12,7 | 16,9 | 21,9 | 26,0 | 26,1 | 21,6 | 17,2 | 11,1 | 8,0 | 15,5 |
| Température | 7,7 | 8,6 | 11,4 | 14,0 | 18,5 | 23,8 | 28,2 | 28,2 | 23,3 | 18,2 | 11,7 | 8,6 | 16,8 |

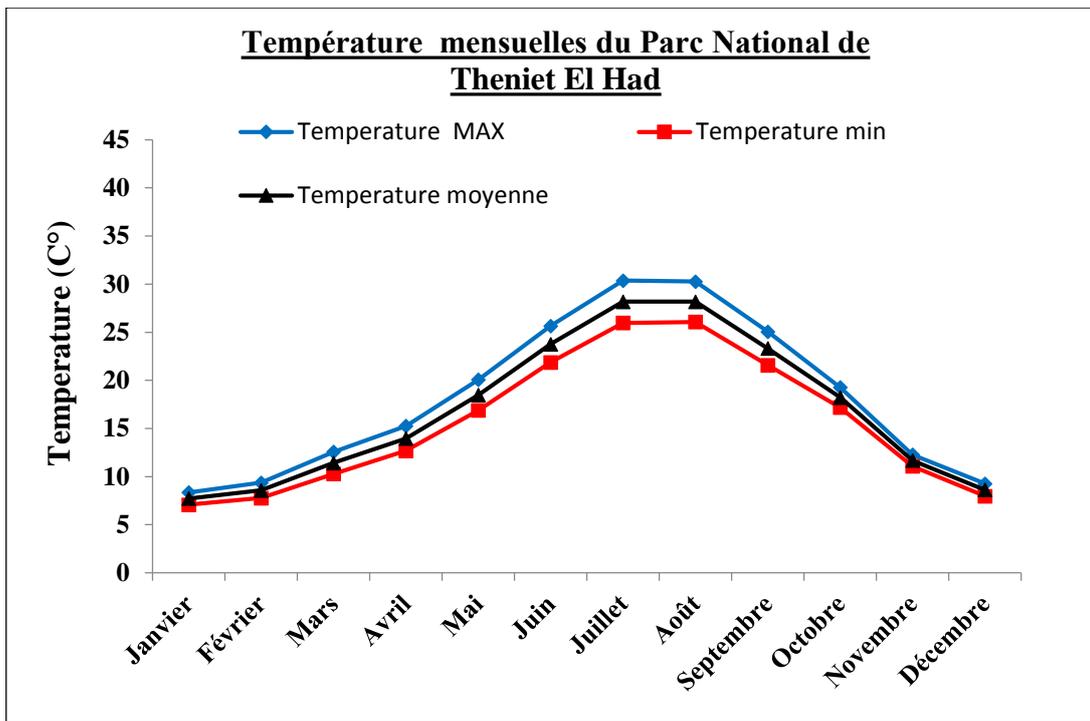


Figure 10: Température mensuelles du Parc National de Theniet El Had

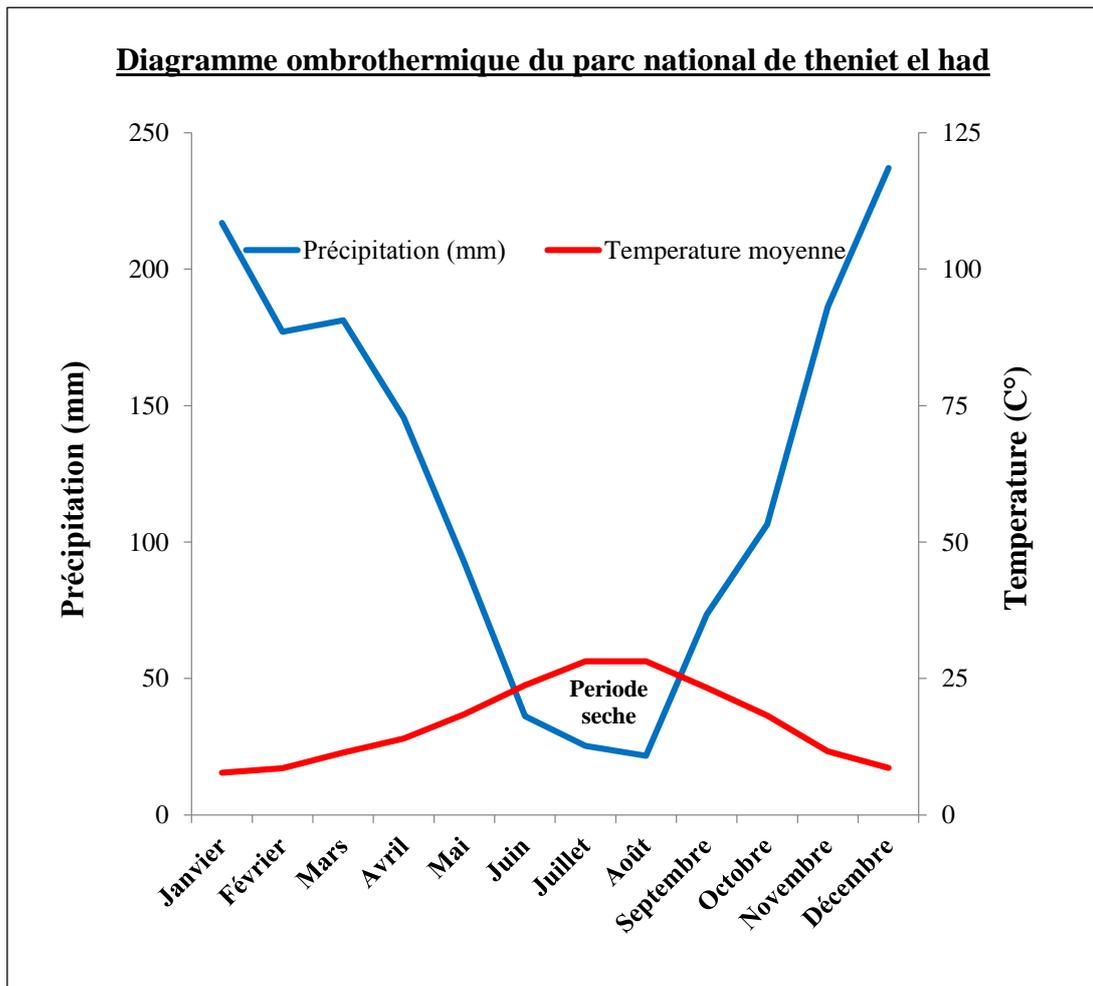


Figure 11: Diagramme ombrothermique du parc National de Theniet el Had

II. 6. La végétation

La végétation du Parc National de Theniet El Had est très variée où les peuplements forestiers représentent les 3/4 de la superficie totale, le reste est à l'état de végétation basse.

Le cèdre : recouvre une superficie estimée à 1000ha (PNTEH, 2014), c'est une essence qui descend beaucoup plus bas dans le versant Nord en s'associant avec le chêne vert jusqu'à 1200 m d'altitude, et avec le chêne liège dans le versant sud aux environs de 1300 m d'altitude .

Le chêne vert : La superficie globale de chêne vert est estimée à 28500 ha . Il se présente comme une futaie dans le versant nord et en taillis dans le versant sud. Il occupe les parties inférieures de ces deux versants (HABIB et ZOUBIR, 2011).

Le chêne zeen : une superficie de 1300 ha, on le trouve dans quelques stations peu étendues dont le 1/3 est répandu en forme de futaie en exposition Nord et les 2/3 restants en exposition Sud au stade de gaulis ou perchis (PNTEH, 2010)

Carte des habitats naturels du parc national de Theniet El Had

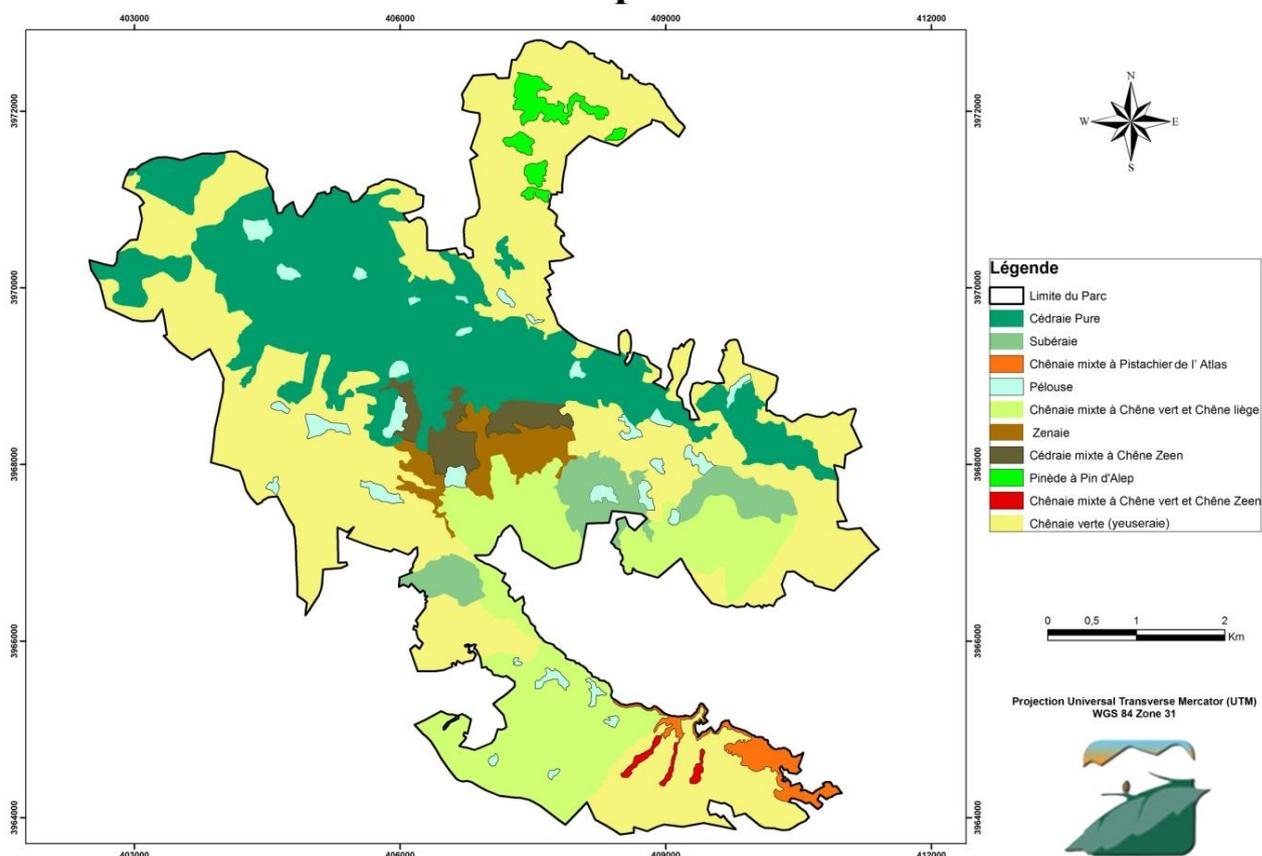


Figure 12: Carte de végétation du parc national Theniet El Had (PNTH ; 2002)

II. 7. La Faune

On trouve le sanglier, le chacal doré, le renard roux, le chat sauvage, le porc-épic, l'hérisson d'Algérie, le lièvre commun, la genette, la belette et la mangouste, l'aigle royal, le rollier d'Europe, le pic de Le vaillant, le guêpier d'Europe, la huppe fasciée, la couleuvre fer-a-cheval (*Colubra hippocrepis*), la tarente commune (*Tarentola mauritanica*), la tortue grecque (*Testudo graeca*) et les lézards comme (*Psammodramus algirus*, *Acanthodactylus* sp). (GHALMI ; 1990)

II. 8. Les stations d'étude

Deux cantons ont été sélectionnés comme site d'étude :

- **Canton Kef Sachine**
- **Canton Sidi Abdoun.**

II. 9. Critères de choix

Ils sont les plus accessibles du point de vue sécuritaire. Les cantons sont proches mais présentent deux variantes : l'altitude et l'exposition

II. 10. Délimitation des stations d'étude

Le canton Kef Sachine a une superficie de 90 ha, limité au Nord par le canton Pépinière, à l'Est par la commun de Theniet el Had, au Sud par sidi Boutouchent et à l'Ouest par le canton Sidi abdoun.

Le canton sidi abdoun a une superficie de 323 ha, limité au Nord par le canton Pépinière et le canton Guerouaou, à l'Est par le canton Kef Sachine, au Sud par sidi Boutouchent et à l'Ouest par le canton Ourtene.

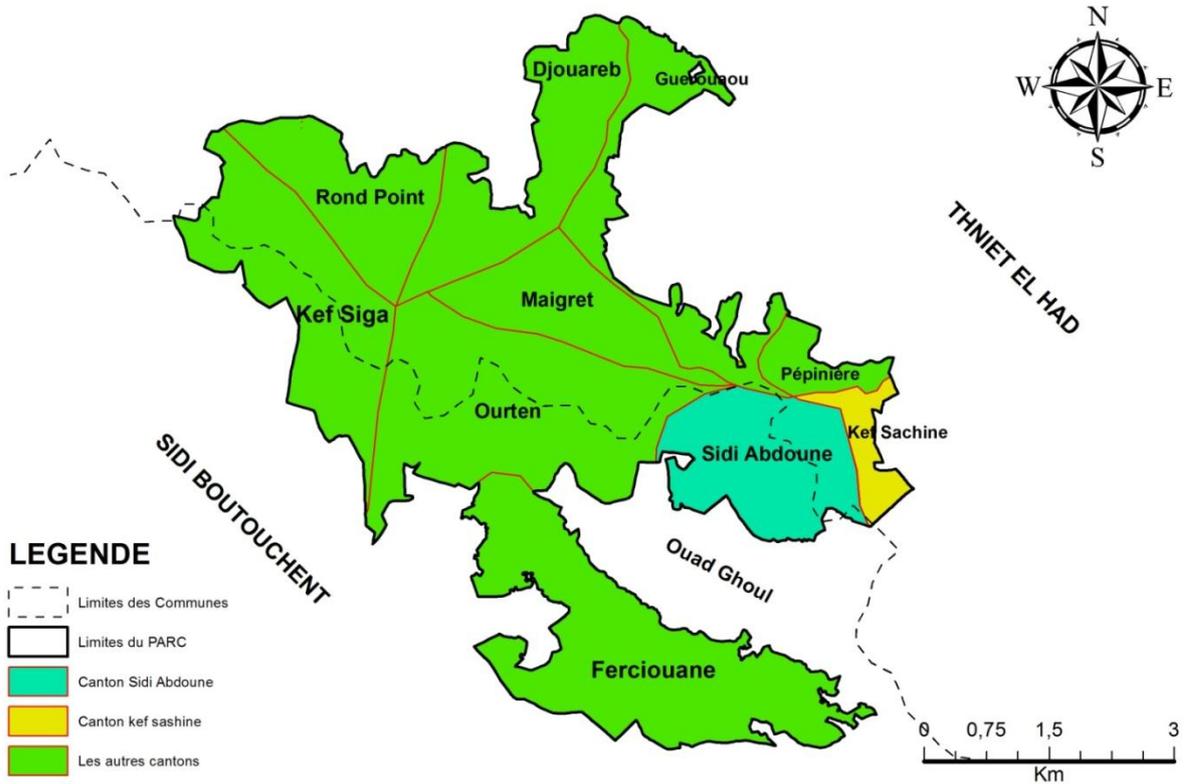
CARTE DE SITUATION GEOGRAPHIQUE DES CANTONS KEF SACHINE ET SIDI ABDOUN

Figure 13: Situation géographique des cantons Kef Sachine et Sidi abdoun

II. 11. Les caractéristiques des stations d'étude

Les cantons Kef Sachine et sidi abdoun sont caractérisé par :

- Un relief accidenté et à forte pente.
- Une exposition Sud.
- Une altitude comprise entre 1280 et 1340m, soit d'une altitude moyenne de 1390m.
- Une pente moyenne de 25°.
- Le cèdre est en mélange avec le chêne-zeen dans les hautes altitudes et clairsemé dans les basses altitudes laissant place au chêne-vert et au chêne-liège.



Photo N° 01 : Une vue dans le canton Kef Sachine



Photo N° 02 : Une vue dans le canton Sidi Abdoun



Photo N° 03 : Une vue dans le canton Sidi Abdoun

CHAPITRE III

Matériels et méthodes

III. Matériels et méthodes

III.1. Introduction

Notre travail consiste à étudier l'occupation de sol au niveau des Cantons Kef Sachine et Sidi Abdoun au Parc National de Theniet El Had a Tissmsilet par l'utilisation de la télédétection.

Dans cette analyse, en comparant quatre images satellitaires qui va servir par la suite a la production des supports cartographiques utiles à l'étude de la dynamique des changements d'occupation du sol aux fins d'une planification adéquate dans la gestion des ressources naturelles et d'en évaluer leurs causes.

Dans ce chapitre, on va montrer toute la procédure utilisée permettant l'élaboration de notre étude.

III.2. Logiciels et matériels utilisés

III.2.1. ENVI

ENVI (Environment for Visualising Image) est le logiciel utilisé par les scientifiques, chercheurs et spécialistes de l'analyse d'images ou des SIG pour traiter et analyser les images géospatiales. Le logiciel ENVI intègre les dernières technologies de traitement et d'analyse d'images, au sein d'une interface intuitive et simple d'utilisation, qui permet d'extraire rapidement des informations pertinentes à partir des images.

Dans notre étude, nous avons utilisé le logiciel ENVI 4.7 pour son efficacité dans la visualisation, le traitement et l'analyse des images satellitaires, sa facilité d'utilisation et ses différentes interactivités possibles qu'il offre. C'est un logiciel performant qui permet de corriger, de traiter et d'analyser les images satellitaires ayant des tailles et des formats différents.

Il comprend également des outils nécessaires aux traitement des photographies aériennes et des images radar particulièrement utiles en présence de nuage »

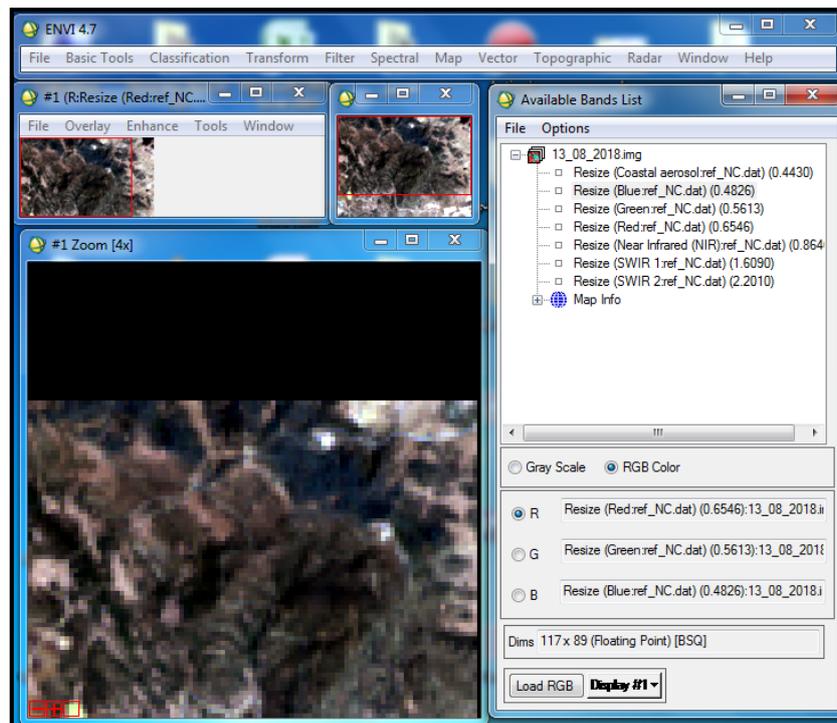


Figure 14: logicielle ENVI 4.7

III.2.1.1. Les avantages de logicielle ENVI

- L'ouverture de différents types d'images satellites, radar ou photographie arienne, cartes topographiques. Soit une large gamme de formats d'images SPOT, LANDSAT ...etc .
- L'ouverture des formats vecteurs standards ArcView, Shape File, MapInfo, Micro station DGN, AutoCad.
- Prétraitements Géo-référencement, ortho rectification, mosaïque.
- Traitement des images d'analyse en composantes principales, transformation, filtre. classification supervisée et non supervisées ... etc.
- Analyse statistique multi spectrale et hyper spectrale, post-classification.
- Outils vecteurs de création ou édition de couche vecteurs, interrogation des attributs.
- Grâce au langage I.D.L « interactive data langage » inclus dans ENVI, l'utilisateur peut rapidement créer ses propres algorithmes de traitement ou l'accès à de nouveaux formats d'images. (BOUSSOUAR ; 2004)

III.2.2. QGIS

QGIS est un logiciel SIG libre qui a débuté en mai 2002 et s'est établi en tant que projet sur Source Forge en juin 2002.

QGIS se veut simple à utiliser, fournissant des fonctionnalités courantes. Le but initial était de fournir un visionneur de données SIG. QGIS a, depuis, atteint un stade dans son évolution où beaucoup y recourent pour leurs besoins quotidiens. QGIS gère un grand nombre de formats raster et vecteur, avec le support de nouveaux formats facilité par l'architecture basée sur les extensions.

QGIS est distribué sous la licence GNU GPL (General Public License). Ceci signifie que vous pouvez étudier et modifier le code source, tout en ayant la garantie d'avoir accès à un programme SIG non onéreux et librement modifiable. Vous devez avoir reçu une copie complète de la licence avec votre exemplaire de QGIS, que vous pouvez également trouver dans l'Annexe. **(WEB.ARCHIVE ; 2014)**

Nous Avons Utilisé QGIS (2.18) Pour Habillage des cartes



Figure 15: logicielle QGIS 2.18

III.2.3. Le GPS (Global Positioning System)

Le Système de Positionnement Global (GPS) un système de radionavigation américain basé sur une constellation de satellites élaborés en 1970 et contrôlés par le département de la défense des Etats-Unis. Utilisable librement par toute personne munie d'un récepteur GPS, il informe sur la position, le temps et la vitesse sur une large étendue mondiale quelques soient les conditions météorologiques ou le moment de la journée (jour et nuit). **(MANIERE ; 1987 in GUERINIAI. A; 2012)**

Le GPS est ainsi composé de trois parties : les satellites en orbite autour de la Terre, des stations de contrôle et de suivi sur la Terre et l'appareil de réception d'un nombre illimité d'utilisateurs. (MANIERE ; 1987 in GUERINIAI. A; 2012).

Pour effectuer nos validations sur le terrain des zones échantillonnées, nous avons utilisé Un récepteur GPS (Global Positioning System) de Marque Magellan Spor trak .

Le GPS est réglé sur le système géodésique UTM/WGS84 qu'est le même système de l'imagerie Landsat utilisée dans notre travail.



Photo 04 : Récepteur GPS Marque Magellan Spor Trak

III.3. Méthodologie

III.3.1. Choix des images satellitaires

Les images satellitaires constituent un outil important dans la cartographie de l'occupation du sol ainsi que dans la planification et la gestion des ressources ; elles sont descriptives et apportent une information spatiale, beaucoup plus importante par rapport aux

autres sources d'information et spectrale qui permet la caractérisation des objets dans une large bande spectrale. (POUCHIN ; 2001)

Les images satellites utilisées dans ce travail proviennent du satellite (Landsat 3, Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+ et Landsat 8 OLI/TIRS). Le choix de ces données est dicté par le fait qu'elles sont une source d'informations importantes et par le fait que ces images soient téléchargeables gratuitement sur le site de la NASA (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) .

Dans l'approche temporelle de suivi des changements de notre zone d'étude, nous avons fait le choix de quatre scènes de Landsat 1988, 1998, 2008 et 2018.

Les quatre images Landsat qui ont été utilisée pour une période de 30 ans sont :

- 13_08_2018
- 14_06_2008
- 22_08_1998
- 10_08_1988

Tableau 6: Caractéristiques des scènes Landsat utilisées

| Capteur | Date | Résolution |
|---------------------|------------|------------|
| LANDSAT 3 MSS/RBV | 10_08_1988 | 30x30 |
| LANDSAT 5 MSS/TM | 22_08_1998 | 30x30 |
| LANDSAT 7 ETM + | 14_06_2008 | 30x30 |
| LANDSAT 8 OLI/ TIRS | 13_08_2018 | 30x30 |

III.3.2. Traitement des données

III.3.2.1. Traitement cartographique des données

III.3.2.1.1. Exploitation des cartes topographiques

La technique utilisée consisté a scanné les cartes topographiques, les géoréférencer dans l'ellipsoïde WGS 84 et le fuseau 31 Nord, puis les numériser afin d'en produire une carte d'occupation des sols. Cette opération est faite, dans le cadre de la présente étude, à l'ordinateur à l'aide du Système d'Information Géographique.

Dans cet étape nous avons utilise le QGIS 2.18.

III.3.2.1.2. Extraction de l'information des images Landsat

L'extraction de l'information à partir des images Landsat se fait à travers une série d'opérations regroupées en deux phases. Une première phase consacrée au prétraitement des images et une seconde phase dédiée au traitement proprement dite.

III.3.2.1.3. Prétraitement des images Landsat

Le prétraitement des données regroupe toutes les opérations qui sont effectuées dans le but de rendre les lots de données lisibles et superposables.

Il s'agit des corrections géométriques et radiométriques, du mosaïquage et de l'extraction du secteur d'étude.

Les améliorations radiométriques corrigent les effets des différentes perturbations de la mesure radiométrique, alors que celles géométriques rendent possible la superposition à d'autres documents cartographiques de référence. **(KABORE. B ; 2007)**

III.3.3. Création de masque

Le masque consiste à cacher une partie de l'image qui n'a aucun intérêt et qui pourra influencer sur les résultats des traitements et à conserver intacte l'autre partie **(GIRARD. D ; 1999 in GUERINIAI. A ; 2012)**

Notre masque a été appliqué sur les quatre images (1988,1998, 2008 et 2018) grâce à un fichier vectoriel sous format *.evf qui correspond à la délimitation de la zone d'étude.

L'objectif de cette application est de construire un masque unique utilisé tout au long du travail afin de cacher la partie au-delà de la zone d'étude. On attribue une valeur « 0 » aux pixels à l'extérieur de la zone d'étude et la valeur de «1» aux pixels situés à l'intérieur des limites incluses. L'application de ce masque nous a permis de réduire la taille de la zone d'étude, afin de réduire le temps dans le traitement des données.



Figure 16: le masque utilise



Figure 17: le masque applique sur l'image

III.3.5. Détection des changements

Une image de référence c'est sur laquelle qu'on doit se référer d'appliquée la normalisation, elle doit répondre aux critères suivants: (**GIRARD. D ; 1999 in GUERINIAI. A; 2012**)

- Une couverture nuageuse minimale.
- Une large dynamique de radiométrie.
- Une date d'acquisition proche du milieu de la série.

Ces critères permettent de maximiser le nombre et la diversité de cibles invariantes détectables. L'image de référence que nous avons choisie pour normaliser est celle de l'année 2018 puisqu'elle paraît la meilleure qui répondre aux critères cités.

III.3.6. Classification

III.3.6.1. Méthode d'analyse visuelle

Cette méthode repose sur la comparaison visuelle directe des images prises à plusieurs dates avec la composition colorée RGB, dans l'hypothèse où ces images ont subi le même prétraitement et sont corrigées en particulier des effets atmosphériques.

L'analyse visuelle des images satellitaires est une étape d'aide pour l'interprétation, les critères d'interprétation sont définis par le contraste, la teinte, les formes, ...etc.

L'inconvénient de cette méthode de comparaison visuelle ne donne pas des statistiques sur les zones affectées ou non par le changement, mais l'interprétation visuelle de multi-temporelle des images en couleur composite est précieuse pour l'analyse qualitative de changement d'occupation du sol.

Dans notre étude, nous avons utilisé cette méthode pour consolider la pertinence de la méthode de post classification utilisée.

III.3.6.2. Classification supervisée

La classification supervisée nécessite l'intervention de l'expert qui doit définir les thèmes qu'il juge importants et caractéristiques du milieu étudié. Il est indispensable de se rendre sur le terrain pour le choix d'échantillons d'apprentissage et de vérification de l'occupation du sol, ce qui donne lieu, souvent, à plusieurs sorties sur le terrain.

Plusieurs missions de reconnaissance de terrain ont été effectuées afin de définir les grands thèmes constituant notre zone d'étude, nous avons pu sélectionner sept (04) grands thèmes d'occupation du sol sur lesquelles nous avons effectué une analyse thématique du milieu pour visualiser les changements globaux produits.

Selon la thématique de l'étude spatio-temporelle d'occupation du sol et la résolution de la scène de Landsat de 30 m utilisée, 04 principales typologies d'occupation du sol ont été retenues :

- Cèdre de l'Atlas
- Chêne Liège
- Chêne Vert
- Sol Nu

La classification se fait sous le logiciel de traitement d'image ENVI 4.7 suivant les étapes suivantes:

III.3.6.2.1. La sélection des échantillons de parcelles d'entraînement (Roi : Région of Interest)

La définition des échantillons d'entraînement est faite sur la base de la composition colorée selon les thèmes d'occupation du sol. Cette étape a été suivie par une étude statistique (calcul de l'indice de Kappa) pour estimer la qualité de ces zones d'entraînement choisies.

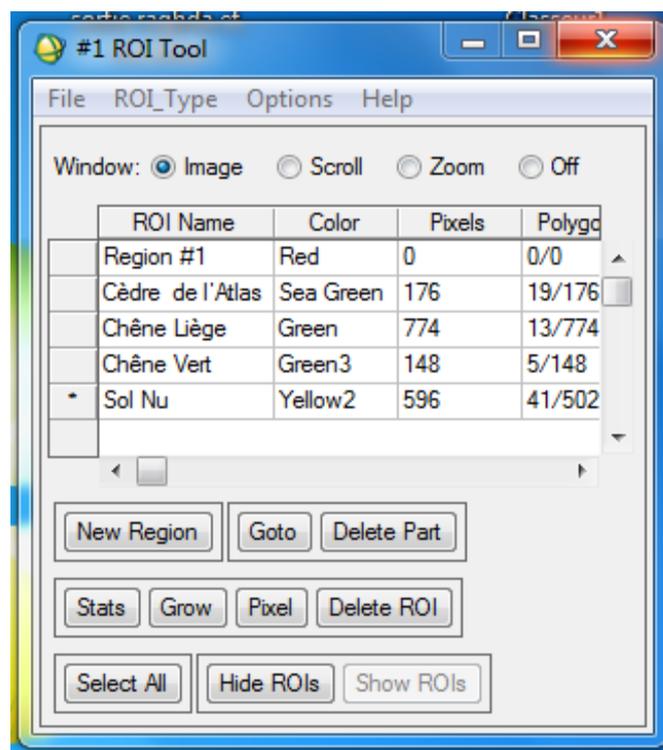


Figure 18: parcelles d'entraînement (Roi : Région of Interest)

III.3.6.2.2. Le choix et application de l'algorithme de classification

Une classification supervisée a été effectuée pour les quatre images en utilisant l'algorithme du maximum de vraisemblance (Likelihood) puisque c'est l'algorithme le plus utilisé dans les études de classification.

Cette méthode est basée sur la probabilité qu'un pixel est semblable à une classe donnée en se basant sur les critères statistiques prédéterminés par la sélection des zones d'entraînements (ROI) fixées par le superviseur.

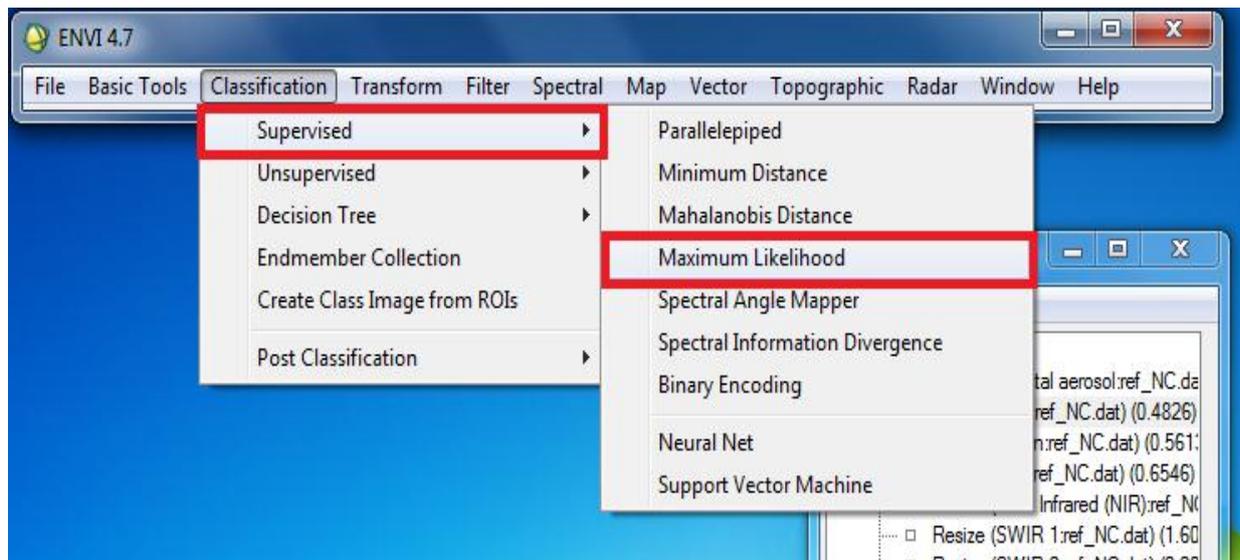


Figure 19: l'algorithme du maximum de vraisemblance (Likelihood) sur ENVI

III.3.7. Validation des classifications supervisées

Enfin, pour valider les classifications supervisées, des comparaisons entre les zones d'entraînement de départ et les nouvelles zones de validation dans lesquelles sont vérifiées les statistiques des pixels bien classés. Les résultats obtenus sont contenus dans des matrices de confusion. Ces matrices de confusion ont permis d'évaluer deux indices suivants : la précision globale (pourcentage de pixels correctement classés par rapport à ceux mal classés) (**GIRARD Et GIRARD ; 2010 IN LESLIE. B et AL ; 2015**) et l'indice de Kappa (rapport entre le nombre de pixels bien classés et le total des pixels sondés). (**SKUPINSKI et AL ; 2009 IN LESLIE. B et AL ; 2015**). Cet indice est utilisé pour valider les résultats de la classification. Il est calculé à partir des informations d'une matrice de confusion dont les lignes correspondent aux données d'observations (ou terrain) et les colonnes aux données de la classification. C'est donc un « estimateur de qualité qui tient compte des erreurs en lignes et en colonnes ». Sa valeur est comprise entre 0 et 1. (**ELMI ALI. H ; 2016**)

Pour calculer cet indice, nous avons généré une couche ponctuelle sous QGIS dont les points sont répartis de manière aléatoire sur toute la zone d'étude.

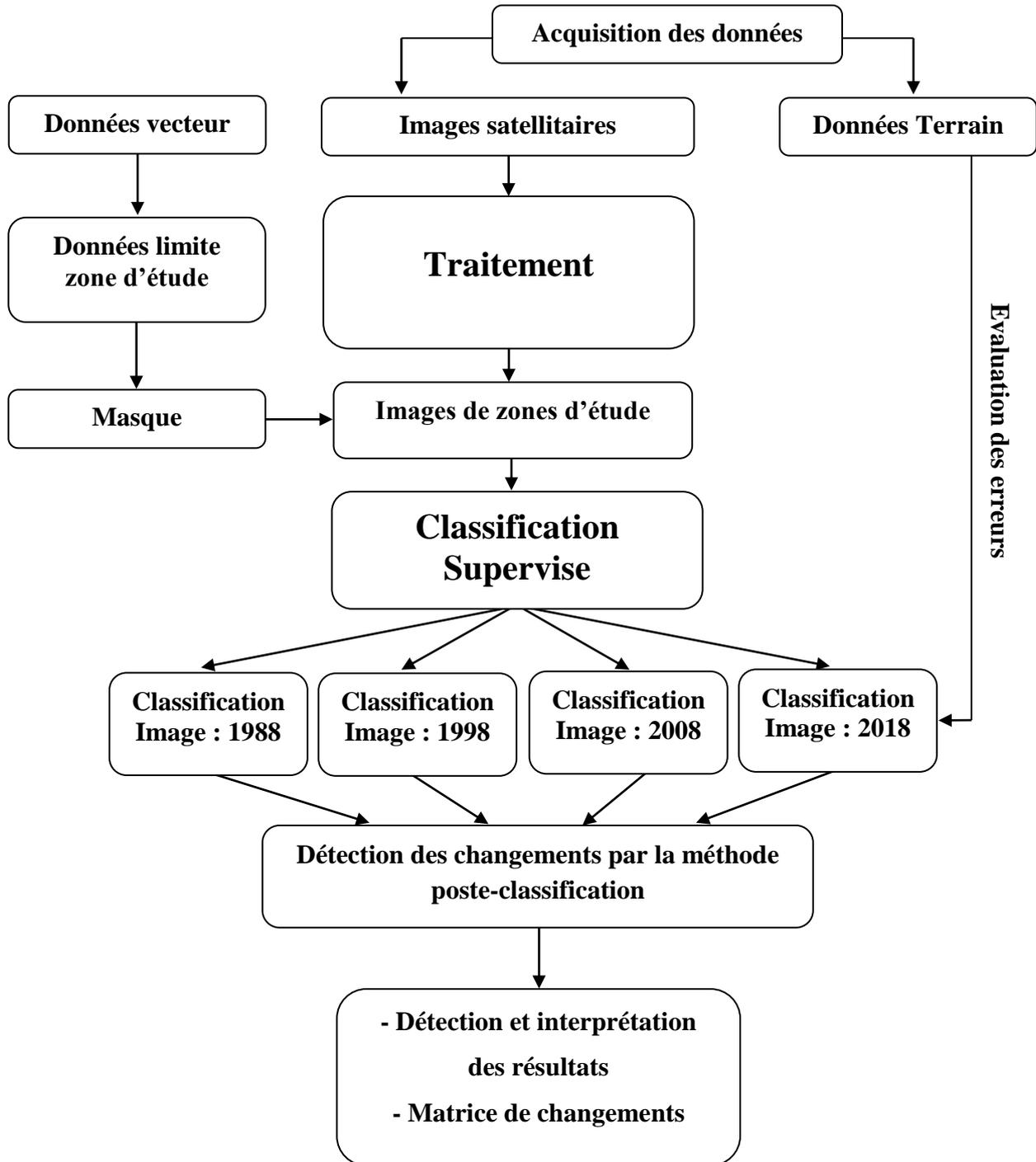


Figure 20: Protocole expérimental

CHAPITRE IV

Résultats et discussion

IV. Résultats et discussion

IV.1. Introduction

Ce chapitre regroupe les résultats de différentes opérations effectués sur les quatre images afin d'étudier et d'évaluer l'évolution spatio-temporelle de l'occupation des sols au sein de notre zone d'étude.

IV2. Les résultats

IV2.1. L'état de l'occupation de sol en 10 aout 1988

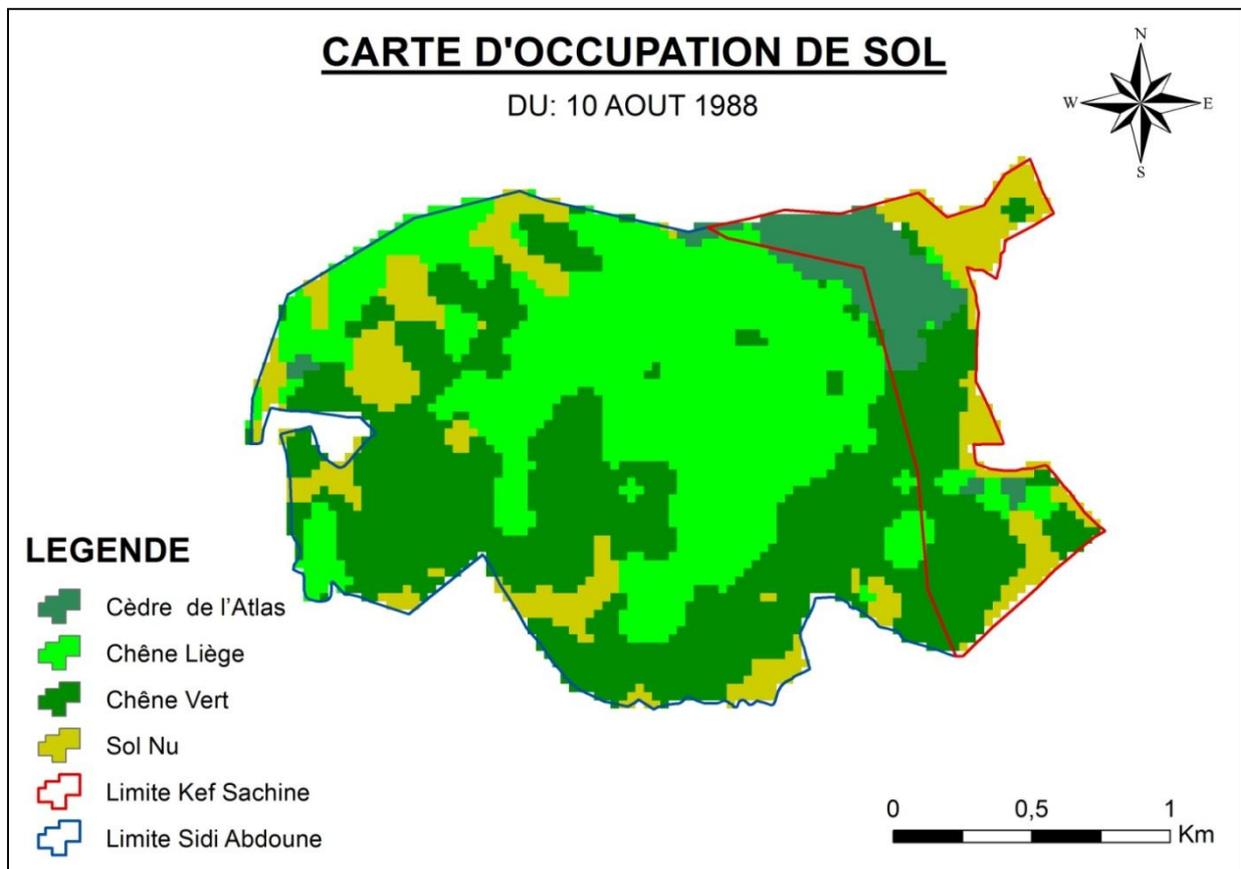


Figure 21: Carte d'occupation de sol en 10 aout 1988

Tableau 7: Résultats sur l'occupation de sol du 10 aout 1988

| Les classes | Nombre des pixels | Surface (ha) | pourcentage (%) |
|------------------|-------------------|--------------|-----------------|
| Cèdre de l'Atlas | 225 | 24,44 | 5,92% |
| Chêne Liège | 2344 | 157,39 | 38,11% |
| Chêne Vert | 1465 | 172,62 | 41,80% |
| Sol Nu | 495 | 58,45 | 14,15% |
| Total | 4529 | 413 | 100% |

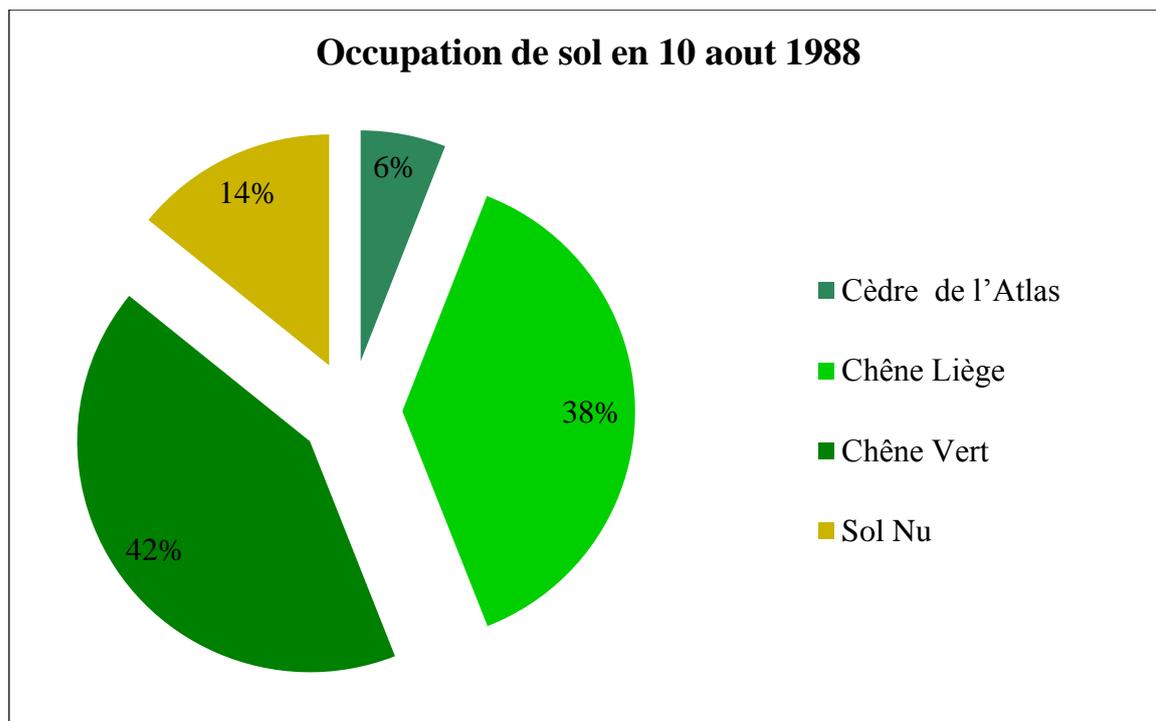


Figure 22: Pourcentage d'occupation de sol en 10 aout 1988

La lecture de la statistique du Tableau 7 et les présentations de la Figure 21 d'occupation de sol de la zone d'étude en 10 aout 1988 se présente comme suite :

- Le plus grande surface est occupée par le Chêne Vert de 172,62 hectares soit 42% de la totalité de notre zone d'étude.
- Le Chêne liège occupé une superficie de 157,39 hectares soit 38% de la superficie globale.
- Le Sol Nu occupé une superficie de 58,45 hectares soit 14% de la superficie globale de la zone d'étude.
- La petite superficie est occupée par le Cèdre de L'atlas de 24,44 hectares soit 06% de la totalité de la zone d'étude.

IV.2.2. L'état de l'occupation de sol en 22 aout 1998

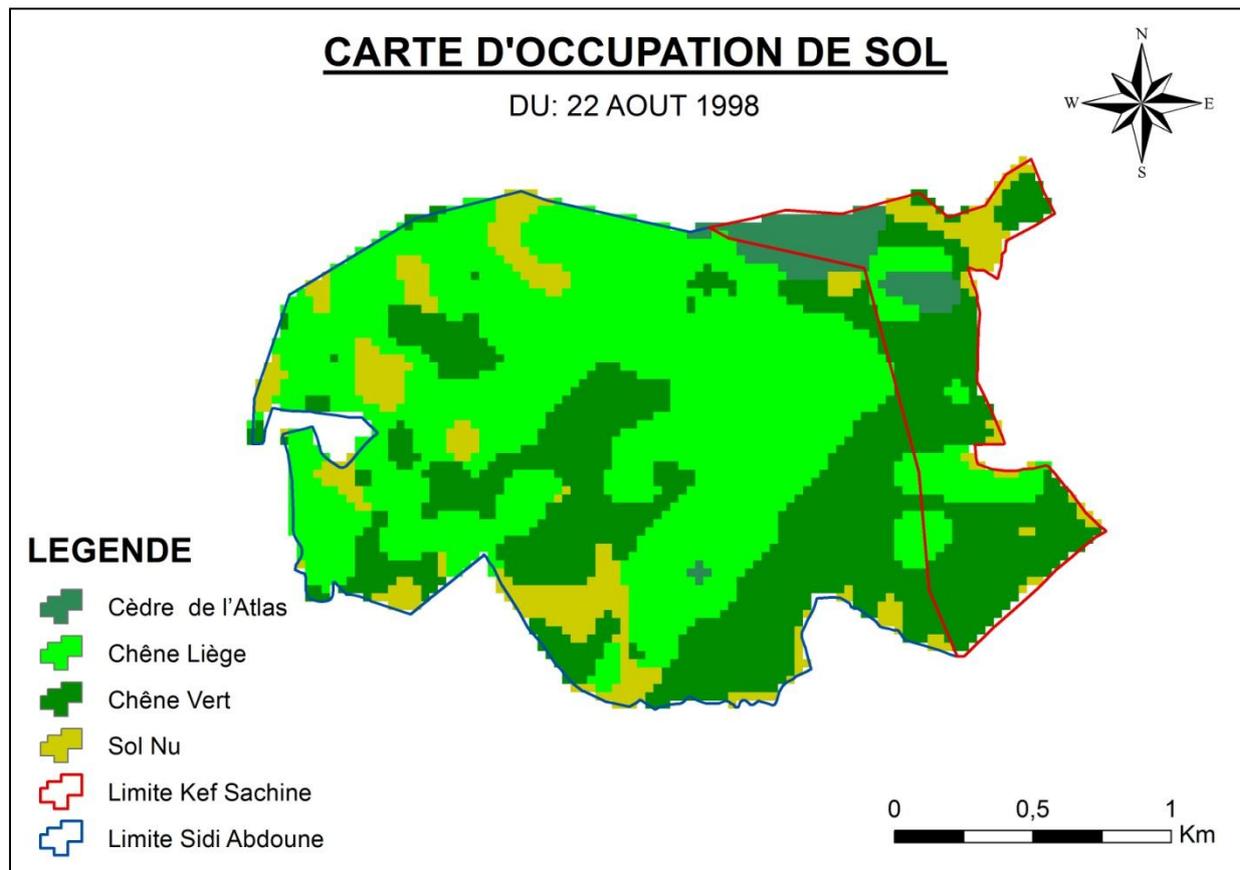


Figure 23: Carte d'occupation de sol en 22 aout 1998

Tableau 8: Résultats sur l'occupation de sol en 22 aout 1988

| Les classes | Nombre des pixels | Surface (ha) | pourcentage (%) |
|------------------|-------------------|--------------|-----------------|
| Cèdre de l'Atlas | 171 | 15,59 | 3,78% |
| Chêne Liège | 2258 | 205,91 | 49,86% |
| Chêne Vert | 1627 | 148,37 | 35,92% |
| Sol Nu | 473 | 43,13 | 10,44% |
| Total | 4529 | 413 | 100% |

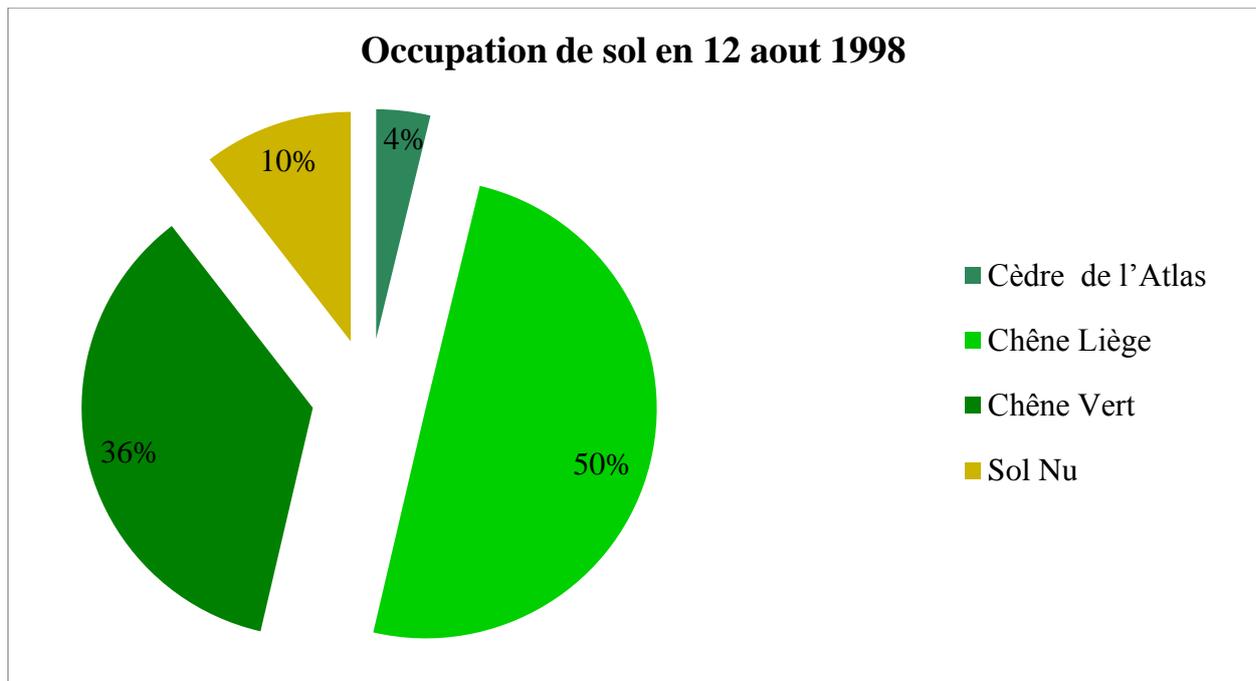


Figure 24: Pourcentage d'occupation de sol en 22 aout 1998

La lecture de la statistique du Tableau 8 et les présentations de la Figure 23 d'occupation de sol de la zone d'étude en 12 aout 1998 se présente comme suite :

- Le plus grande surface est occupée par le Chêne liège de 205,91 hectares soit 50% de la totalité de notre zone d'étude.
- Le Chêne Vert occupé une superficie de 148,37 hectares soit 36% de la superficie globale.
- Le Sol Nu occupé une superficie de 43,13 hectares soit 10% de la superficie globale de la zone d'étude.
- La petite superficie est occupée par le Cèdre de L'atlas de 15,59 hectares soit 04% de la totalité de la zone d'étude.

IV.2. 3. L'état de l'occupation de sol en 14 Juin 2008

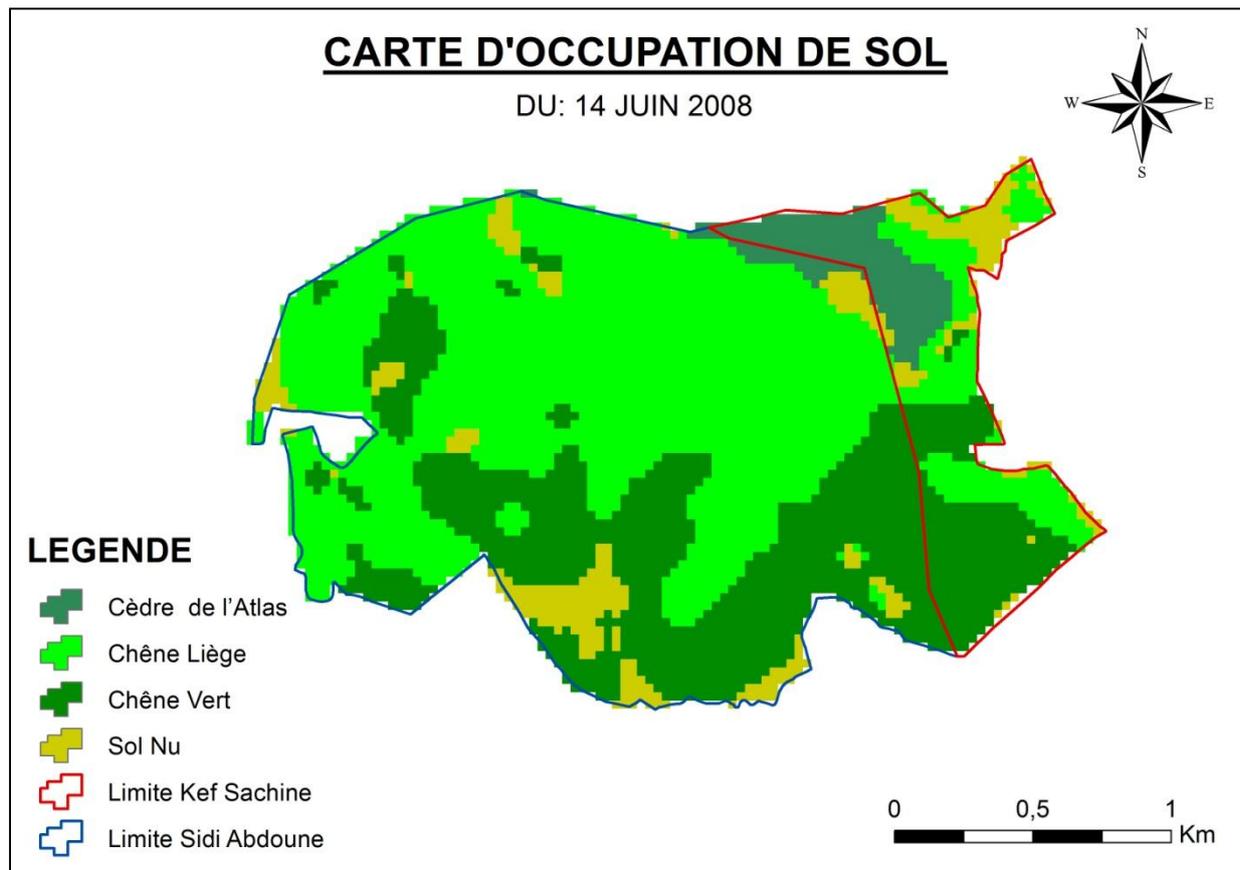


Figure 25: Carte d'occupation de sol en 14 juin 2008

Tableau 9: Résultats sur l'occupation de sol en 14 juin 2008

| Les classes | Nombre des pixels | Surface (ha) | pourcentage (%) |
|------------------|-------------------|--------------|-----------------|
| Cèdre de l'Atlas | 228 | 20,79 | 5,03% |
| Chêne Liège | 2435 | 222,05 | 53,76% |
| Chêne Vert | 1484 | 135,33 | 32,77% |
| Sol Nu | 382 | 34,83 | 8,43% |
| Total | 4529 | 413 | 100% |

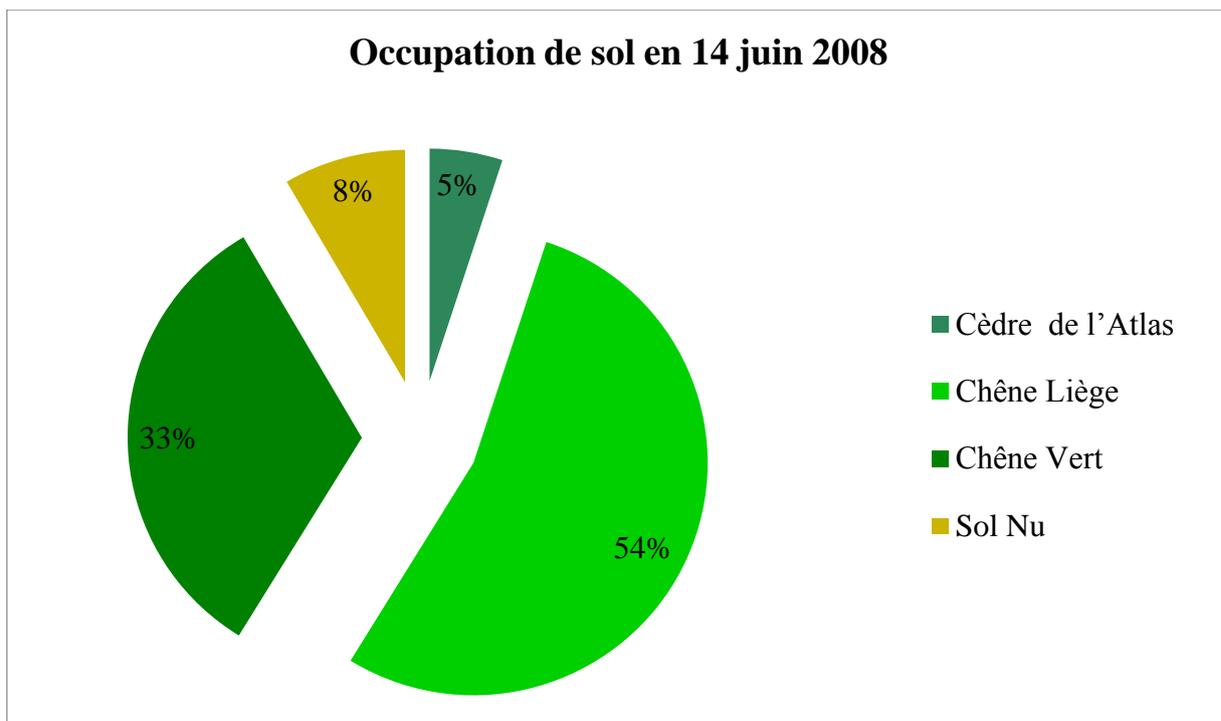


Figure 26: Pourcentage d'occupation de sol en 14 juin 2008

La lecture de la statistique du Tableau 9 et les présentations de la Figure 25 d'occupation de sol de la zone d'étude en 14 juin 2008 se présente comme suite :

- Le plus grande surface est occupée par le Chêne liège de 222,05 hectares soit 50% de la totalité de notre zone d'étude.
- Le Chêne Vert occupé une superficie de 135,33 hectares soit 33% de la superficie globale.
- Le Sol Nu occupé une superficie de 34,83 hectares soit 08% de la superficie globale de la zone d'étude.
- La petite superficie est occupée par le Cèdre de L'atlas de 20,79 hectares soit 05% de la totalité de la zone d'étude.

IV.2.4. L'état de l'occupation de sol en 13 aout 2018

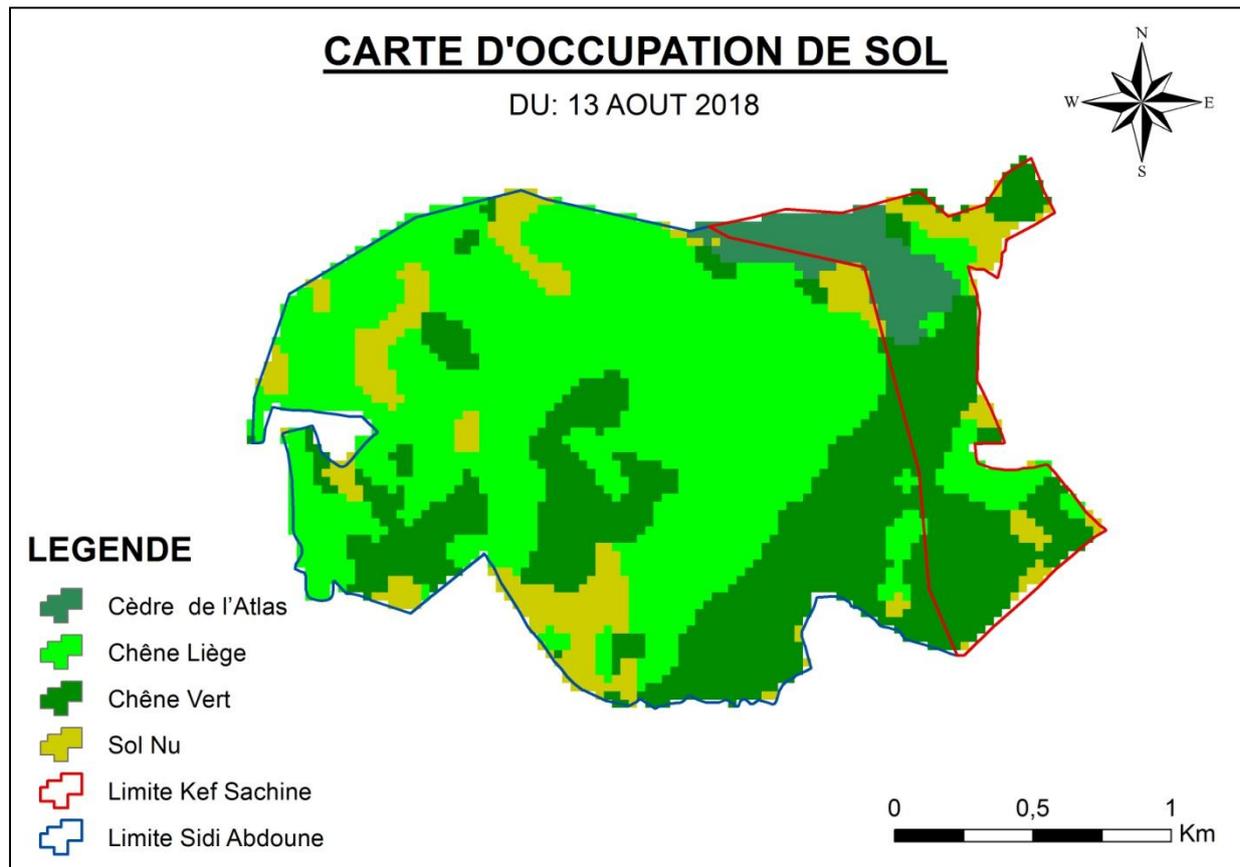


Figure 27: Carte d'occupation de sol en 14 juin 2008

Tableau 10: Résultats sur l'occupation de sol en 14 juin 2008

| Les classes | Nombre des pixels | Surface (ha) | pourcentage (%) |
|------------------|-------------------|--------------|-----------------|
| Cèdre de l'Atlas | 225 | 20,52 | 4,97% |
| Chêne Liège | 2344 | 213,75 | 51,76% |
| Chêne Vert | 1465 | 133,59 | 32,35% |
| Sol Nu | 495 | 45,14 | 10,93% |
| Total | 4529 | 413 | 100% |

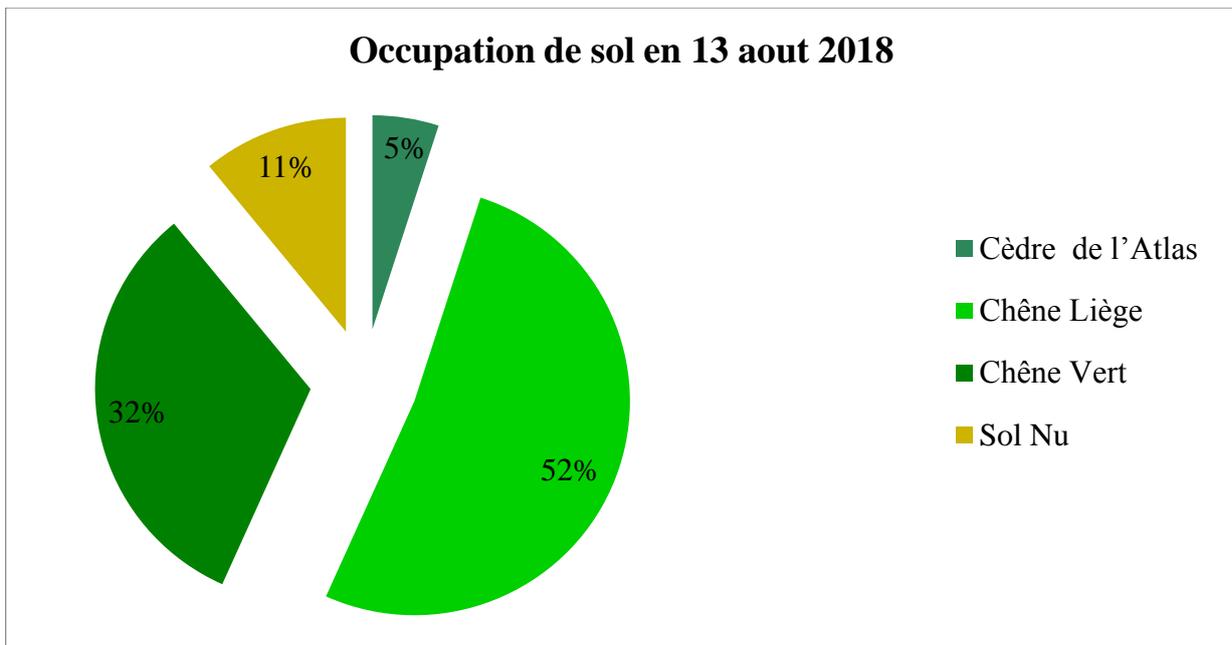


Figure 28: Pourcentage d'occupation de sol en 13 aout 2018

La lecture de la statistique du Tableau 10 et les présentations de la Figure 25 d'occupation de sol de la zone d'étude en 13 aout 2018 se présente comme suite :

- Le plus grande surface est occupée par le Chêne liège de 213,75 hectares soit 52% de la totalité de notre zone d'étude.
- Le Chêne Vert occupé une superficie de 133,59 hectares soit 32% de la superficie globale.
- Le Sol Nu occupé une superficie de 45,14 hectares soit 11% de la superficie globale de la zone d'étude.
- La petite superficie est occupée par le Cèdre de L'atlas de 20,52 hectares soit 05% de la totalité de la zone d'étude.

IV.1.5. Analyse de l'évolution de l'occupation du sol

L'évaluation de l'évolution de l'occupation du sol permet de mettre en évidence les changements qui sont intervenus entre les différentes périodes : 1988-1998 ; 1998-2008; 2008-2018 et 1988-2018.

Les formules utilise pour calcule le taux de changement globale et le Taux moyen annule d'expansion spatiale :

➤ **Le taux de changement globale :**

$$Tg = \frac{V_1 - V_0}{V_0}$$

Avec :

V₁ : Valeur d'arrivée.

V₀ : Valeur de départ.

➤ **Taux moyen annule d'expansion spatiale :**

$$Tc = \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^{1/n} - 1$$

Avec :

V₁ : Valeur d'arrivée.

V₀ : Valeur de départ.

n : Déférence entre les années

Tableau 11: Taux de l'évolution spatiale des classes d'occupation de 1988 à 2018

| UNITE | 1988-1998 | | 1998-2008 | | 2008-2018 | | 1988-2018 | |
|--|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
| | Tg (%) | Tc(%) |
| Cèdre de l'Atlas | -36,2 | -4,4 | 33,3 | 2,9 | -1,3 | -0,1 | -16,0 | -0,6 |
| Chêne Liège | 30,8 | 2,7 | 7,8 | 0,8 | -3,7 | -0,4 | 35,8 | 1,0 |
| Chêne Vert | -14,1 | -1,5 | -8,8 | -0,9 | -1,3 | -0,1 | -22,6 | -0,9 |
| Sol Nu | -26,2 | -3,0 | -19,2 | -2,1 | 29,6 | 2,6 | -22,8 | -0,9 |
| Tg : taux de changement globale Tc : Taux moyen annule d'expansion spatiale | | | | | | | | |

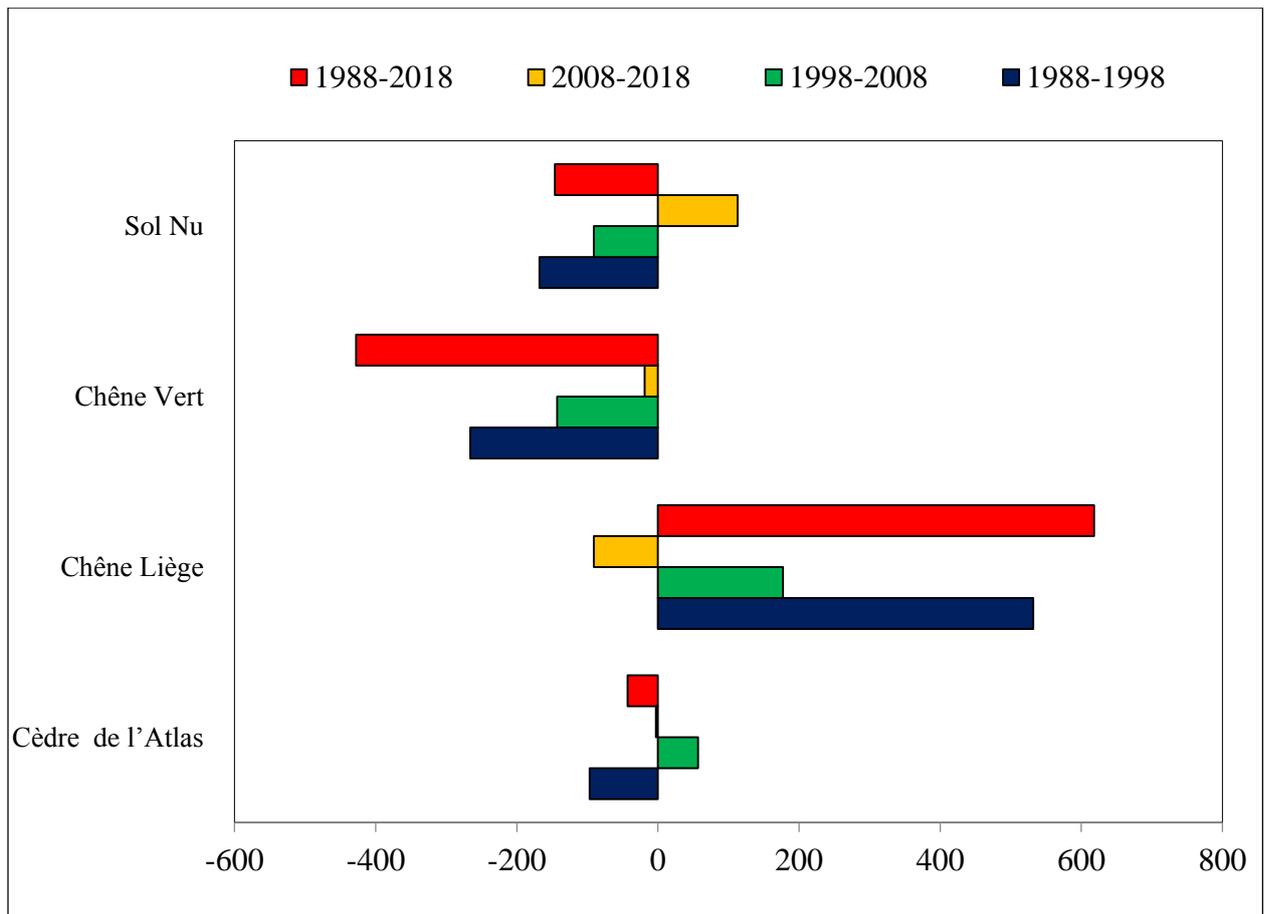


Figure 29: Synthèse de l'évolution spatiale des classes d'occupation de 1988 à 2018

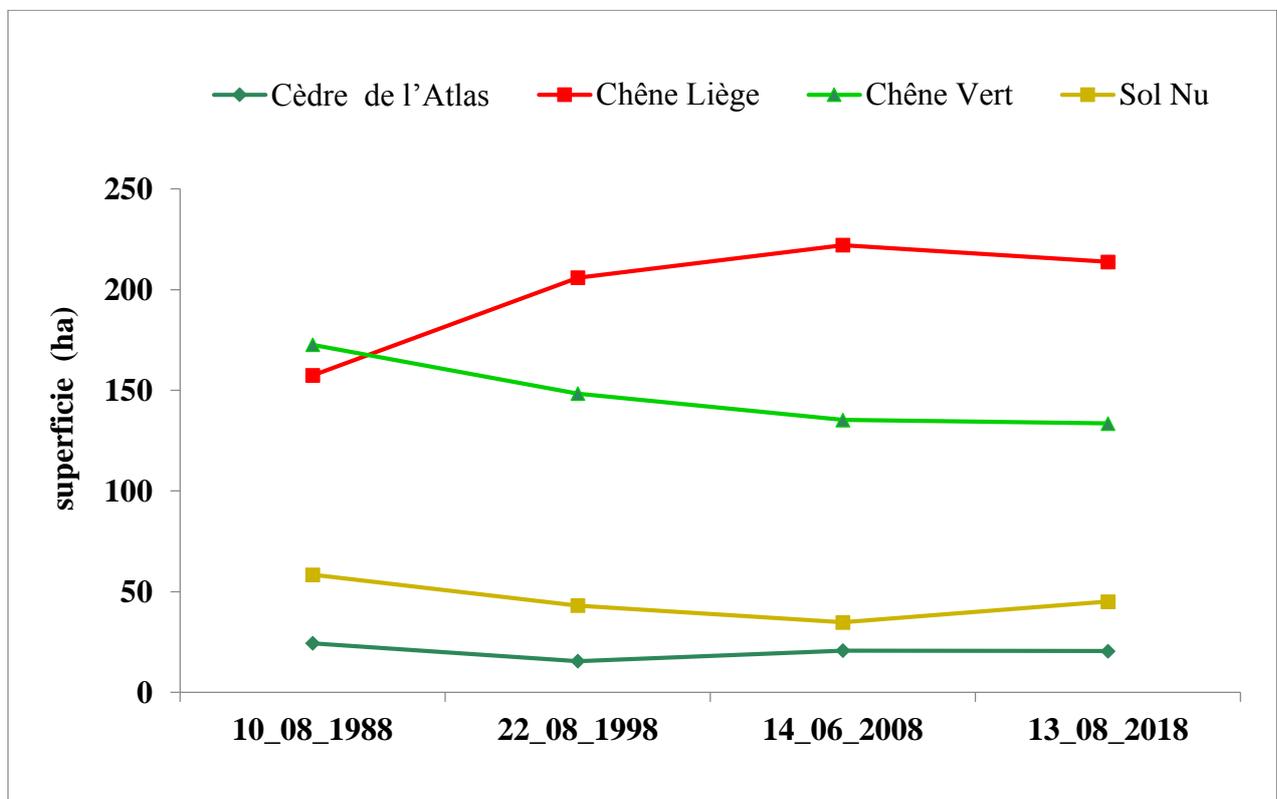


Figure 30: l'évolution de la superficie d'occupation de sol dans le période 1988- 2018

IV.1.5.1. Entre 1988 et 1998

L'analyse des résultats montre que les valeurs positives des taux révèlent une augmentation des superficies, entre les années 1988 et 1998, des classes d'occupations comme le chêne liège (30,8%). Les valeurs négatives indiquent que durant cette même période, les superficies des unités d'occupation des terres telles que le cèdre de l'atlas, chêne vert zones et le sol nu ont régressé respectivement de (36,2%), (14,1%) et (26,2%) à raison de (4,4%), (1,5%) et (3%) par an.

IV.1.5.2. Entre 1998 et 2008

Pour la période 1998- 2008, le tableau indique des diminutions annuelles de (0,9%) et (2,1%) respectivement pour les surfaces de Chêne Vert et Sol Nu et une augmentation moyenne annuelle de (2,9%) pour le Cèdre de l'Atlas et de (0,8%) pour le Chêne Liège.

IV.1.5.3. Entre 2008 et 2018

Les superficies des unités d'occupation des terres telles que le cèdre de l'atlas, chêne vert et le chêne liège ont régressé respectivement de (0,1%), (0,1%) et (0,4%) par an, une augmentation moyenne annuelle pour le sol nu de (2,6%)

IV.1.5.4. Entre 1988 et 2018

D'après les résultats ; le Cèdre de l'Atlas qui occupaient 5,92% de la superficie de la zone d'étude en 1988 est passées à 4,97 % en 2018, une diminution de 16%, Le même constat est fait au niveau de Chêne Vert et le sol nu qui sont passés durant la période 1988-2018 de 172,62 ha à 133,59 ha pour le Chêne Vert et de 58,45 ha à 45,14 pour le sol nu, ce qui équivaut un taux annuel de régression estimé à 0,9 % pour les deux surfaces. Par contre le chêne liège qui occupait 38,11% en 1988 est passé à 52% en 2018, une augmentation de 35%.

IV.1.6. Analyse de la matrice d'erreur

Selon (GUERINIAI. A ; 2012) les méthodes conventionnelles d'évaluation de la précision thématique d'une carte ont été employées. Il s'agit de la matrice d'erreur et de l'indice Kappa. La matrice d'erreur donne une évaluation de la précision globale de la cartographie et des résultats de classification pour chacune des classes thématiques. L'indice de kappa évalue dans cette matrice l'accord entre les résultats obtenus (cartes) et la vérité sur le terrain.

Il s'étend de 0 à 1 et il se divise en cinq catégories:

- ✓ Accord très faible de 0 à 0.20;
- ✓ Accord faible de 0.21 à 0.40;
- ✓ Accord modéré de 0.41 à 0.60;
- ✓ Accord substantiel de 0.61 à 0.80;
- ✓ Accord presque parfait de 0.81 à 1.

IV.1.6.1. Année 1988

Précision globale = (363/422) 86.0190%

Confusion kappa = 0.7897 (78,97%)

Tableau 12: Matrice de confusion (Année 1988)

| EN PARENTAGE (%) | | | | | |
|-------------------------|------------------|-------------|------------|--------|--------------|
| Class | Cèdre de l'Atlas | Chêne Liège | Chêne Vert | Sol Nu | Total |
| Cèdre de l'Atlas | 96,88 | 0 | 0 | 4,76 | 8,29 |
| Chêne Liège | 3,13 | 89,11 | 16,35 | 3,57 | 47,63 |
| Chêne Vert | 0 | 10,89 | 81,73 | 11,90 | 27,73 |
| Sol Nu | 0 | 0 | 1,92 | 79 | 16,35 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| EN HECTARE (ha) | | | | | |
| Class | Cèdre de l'Atlas | Chêne Liège | Chêne Vert | Sol Nu | Total |
| Cèdre de l'Atlas | 23,68 | 0 | 0 | 2,78 | 13,05 |
| Chêne Liège | 0,76 | 140,25 | 28,22 | 2,09 | 47,63 |
| Chêne Vert | 0 | 17,14 | 141,08 | 6,96 | 27,73 |
| Sol Nu | 0 | 0 | 3,31 | 46,62 | 16,35 |
| Total | 24,44 | 157,39 | 172,62 | 58,45 | 413 |

IV.1.6.2. Année 1998

Précision globale = (330/422) 78.1991%

Confusion kappa = 0.6723 (67,23%)

Tableau 13: Matrice de confusion (Année 1998)

| EN PARENTAGE (%) | | | | | |
|-------------------------|------------------|-------------|------------|--------|--------------|
| Class | Cèdre de l'Atlas | Chêne Liège | Chêne Vert | Sol Nu | Total |
| Cèdre de l'Atlas | 84,37 | 0 | 0 | 0 | 6,4 |
| Chêne Liège | 15,63 | 75,74 | 25,96 | 11,9 | 46,21 |
| Chêne Vert | 0 | 24,26 | 74,04 | 1,19 | 30,09 |
| Sol Nu | 0 | 0 | 0 | 86,9 | 17,3 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| EN HECTARE (ha) | | | | | |
| Class | Cèdre de l'Atlas | Chêne Liège | Chêne Vert | Sol Nu | Total |
| Cèdre de l'Atlas | 13,16 | 0,00 | 0 | 0 | 13,16 |
| Chêne Liège | 2,44 | 155,95 | 38,52 | 5,13 | 202,04 |
| Chêne Vert | 0 | 49,95 | 109,85 | 0,51 | 160,32 |
| Sol Nu | 0 | 0 | 0 | 37,48 | 37,48 |
| Total | 15,59 | 205,91 | 148,37 | 43,13 | 413 |

IV.1.6.3. Année 2008

Précision globale = (376/422) 89.0995%

Confusion kappa = 0.8338 (83,3%)

Tableau 14: Matrice de confusion (Année 2008)

| En PARENTAGE (%) | | | | | |
|-------------------------|------------------|-------------|------------|--------|--------------|
| Class | Cèdre de l'Atlas | Chêne Liège | Chêne Vert | Sol Nu | Total |
| Cèdre de l'Atlas | 93,75 | 0 | 0 | 0 | 7,11 |
| Chêne Liège | 6,25 | 95,05 | 0,96 | 17,86 | 49,76 |
| Chêne Vert | 0 | 4,95 | 99,04 | 21,43 | 31,04 |
| Sol Nu | 0 | 0 | 0 | 60,71 | 12,09 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| EN HECTARE (ha) | | | | | |
| Class | Cèdre de l'Atlas | Chêne Liège | Chêne Vert | Sol Nu | Total |
| Cèdre de l'Atlas | 19,49 | 0 | 0 | 0 | 8,29 |
| Chêne Liège | 1,30 | 211,06 | 1,30 | 6,22 | 47,63 |
| Chêne Vert | 0 | 10,99 | 134,03 | 7,47 | 27,73 |
| Sol Nu | 0 | 0 | 0 | 21,15 | 16,35 |
| Total | 20,79 | 222,05 | 135,33 | 34,83 | 413 |

IV.1.6.4. Année 2018

Précision globale = (362/422) 85.7820%

Confusion kappa = 0.7904 (79,04%)

Tableau 15: Matrice de confusion (Année 2018)

| En PARENTAGE (%) | | | | | |
|-------------------------|-------------------------|--------------------|-------------------|---------------|--------------|
| Class | Cèdre de l'Atlas | Chêne Liège | Chêne Vert | Sol Nu | Total |
| Cèdre de l'Atlas | 100 | 0 | 0 | 0 | 7,58 |
| Chêne Liège | 0 | 78,71 | 9,62 | 8,33 | 41,71 |
| Chêne Vert | 0 | 21,29 | 90,38 | 0 | 32,46 |
| Sol Nu | 0 | 0 | 0 | 91,67 | 18,25 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| EN HECTARE (ha) | | | | | |
| Class | Cèdre de l'Atlas | Chêne Liège | Chêne Vert | Sol Nu | Total |
| Cèdre de l'Atlas | 20,52 | 0 | 0 | 0 | 20,52 |
| Chêne Liège | 0 | 168,24 | 12,85 | 3,76 | 184,85 |
| Chêne Vert | 0 | 45,51 | 120,74 | 0 | 166,25 |
| Sol Nu | 0 | 0 | 0 | 41,38 | 41,38 |
| Total | 20,52 | 213,75 | 133,59 | 45,14 | 413 |

De l'analyse des images, quatre classes d'occupation du sol ont été identifiées (figures 21, 23, 25 et 27). Les matrices de confusion ont été élaborées pour évaluer la précision de la classification (Tableaux 12, 13, 14 et 15). Il ressort de cette analyse que les quatre images présentent une bonne précision globale pour l'ensemble de la zone d'étude.

Ainsi ; l'image RBV (1988) a une précision globale de (86.0190%) avec un indice de Kappa évalué à (78,97%), alors que l'image TM (1998) a une précision globale de (78.1991%) avec un indice de Kappa évalué à (67,23%), l'image ETM+ (2008) a une précision globale de (89.0995%) avec un indice de Kappa évalué à (83,3%) et l'image OLI (2018) a une précision globale de (85.7820%) avec un indice de Kappa évalué à (79,04%) .

Une analyse plus fine de ces données montre que, les classes (Cèdre de l'Atlas, Chêne Liège, Chêne Vert et le sol nu) est mieux classifiée dans les quatre dates c'est-à-dire plus de 60% de précision.

Dans une étude de l'occupation des sols, lorsque l'indice de Kappa évalué dans les opérations de classification est compris entre 50 et 75 %, la classification adoptée est valable et les résultats peuvent être judicieusement utilisés. (LESLIE. B ET ALL ; 2015)

Dans notre étude, les indices de Kappa sont supérieurs à 65%. Les différents résultats d'évaluation des images obtenues par la méthode de la classification supervisée sont donc validés.

IV.2. Discussion

D'après les résultats obtenus, nous avons constaté que toutes les unités d'occupations des sols étudiées entre les quatre dates subissent une dynamique de changement sous l'impulsion d'un ou plusieurs facteurs.

- ✓ Pour la classe de **Cèdre de l'Atlas** il n'y a pas eu de changement, il reste stable en raison de sa faible proportion dans la zone d'étude.
- ✓ La classe de **Chêne Liège** nous avons constaté une augmentation significative à cause des reboisements de Chêne Liège.
- ✓ La classe de **Chêne Vert** nous avons trouvé que la régression en raison d'incendies.
- ✓ Le **Sol Nu** a diminué à cause des reboisements.

Conclusion Générale

Conclusion générale

La cartographie de l'occupation du sol d'un site donné à partir de l'imagerie satellitaire, nous a permis de mettre la lumière sur l'intérêt de l'utilisation de ces informations acquises par la technique de télédétection. En effet, grâce à leur disponibilité et leurs caractéristiques spatio-temporelles, les images satellites sont d'une importance majeure par leur source d'information géographique.

Notre travail nous l'avons appliqué sur quatre images Landsat, d'une résolution de 30 mètres, pour la zone d'étude choisie qui est les Cantons de Kef Sachine et celui de Sidi Abdoun localisés au parc National de Theniet el Had dans la Wilaya de Tissemsilt

Ce travail a permis de réaliser une étude sur la dynamique de l'occupation du sol entre 1988 à 2018 afin de suivre l'évolution du couvert végétal, grâce à la méthode utilisée qui est la classification supervisée du maximum de vrai semblance.

Les résultats de cette classification obtenus sont satisfaisants, et confirme la capacité à détecter les changements entre les différentes classes d'occupation du sol surtout au niveau du couvert végétal au cours de la période étudiées.

Les résultats nous ont permis de constater que les taux moyens de régression annuels pour le Cèdre de l'Atlas de (-0,6 %) et respectivement de (-0,9%) pour le Chêne Liège et le Sol Nu, Par contre il a été observé une progression annuels de (0,1) pour le Chêne Liège

On constate une grand dégradation au niveau de La classe de Chêne Vert et une dégradation faible au niveau de Sol Nu et un stabilité au niveau de Cèdre de l'Atlas.

Et une évolution de la classe de Chêne Liège.

Perspective

En peut appliquer l'étude sur le reste des cantons pour détermine le risques de dégradation sur tout la zone.

Références Bibliographique

Références Bibliographique

- **(ABEDELLEH MAHDJOUBI. K et ZERKA. A ; 2018)** ABEDELLEH MAHDJOUBI khadidja et ZERKA aicha , contribution a l'elaboration d'un systeme d'information géographique (sig) des grandes types de vegetation dans le parc national theniet el had (canton pepiniere), memoire de master, universite djilali bounaama khemis miliana, 2018 , p14.
- **(APT ; 2000)**, Télédétection - Cours en Ligne – AgroParisTech.
- **(BOURORGA . A ; 2016)**, BOURORGA achwak, Etude de la phytodiversité dans quelques sites choisis dans les Monts de l'Ouarsenis, mémoire de Magister En Biodiversité et gestion intégrée des écosystèmes, Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen, 2016, p 30.
- **(BOUSSOUAR, N ; 2004)**, Apport de la télédétection et les systèmes d'information géographique pour la cartographie des indicateurs de l'environnement application de la wilaya d'Oran ing. Centre national des techniques spatiales d'Oran. P.p. 46-47.
- **(CAZAUX.K; 1990)**, CAZAUX J.K, Les systèmes spatiaux d'observation de la terre, Options méditerranéennes Série A N° 4, 1990 ; pp 31-38.
- **(CCT ;)** Notions fondamentales de télédétection, Un cours tutoriel du Centre canadien de télédétection
- **(CHAOUI. A ; 2017)**, CHAOUI ABOUBAKR , Situation sanitaire et sylvicole de la subéraie du massif forestier de Theniet El Had, mémoire de master, université abou bekr belkaid tlemcen,2017 , p20.
- **(CITT ; 1988)**, Commission interministérielle de terminologie de la télédétection aérospatiale, France, 1988.
- **(CLAUDE. K ; 2018)** Claude Kergomard, Professeur Ecole Normale Supérieure Paris, la télédétection aérospatiale, une introduction. PP 1-
- **(Darabid. D et BOUCHEKARA .M ; 2013)**, Darabid Djamil - Bouchekara Mohamed Kasem, extraction des différents indices de végétation a partir des images satellitaires, Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Licence en Informatique , Université Abou Bakr Belkaid– Tlemcen , 2013, P17.
- **(DESHAYES.H et MAUREL. P ; 1990)**, DESHAYES M et MAUREL.P., L'image spatial et son contenu, Options Méditerranéennes Série A N° 4, 1990, pp. 11-20.
- **(DIB. M et ZAIZ. A ; 2011)** DIB mimouna et ZAIZ aouatef, - Apport du SIG dans l'étude de la productivité des espèces forestières : Cas du cèdre de l'Atlas dans le Parc National de Theniet El Had. Mémoire d'ingénieur d'état EN AGRONOMIE , école nationale supérieure agronomique el harrach –alger , 2011

Références Bibliographique

- **(EL MERABET. Y ; 2013)** EL MERABET Youssef. Segmentation d'images couleur par combinaison LPE-régions/LPE-contours et fusion de régions - Application à la segmentation de toitures à partir d'ortho photo plans ; these de doctorat en Informatique, université de technologie belfort – montbéliar , 2013 P
- **(ELMI ALI. H ; 2016)** , **ELMI ALI Halimo** Méthode d'identification et de cartographie de l'occupation du sol à fine échelle par analyse d'images, MIMOIRE DE MASTER , Université de Marne-la-Vallée. P7
- **(ETTARID. M et DEGAICHIA. F ; 2014)**, ETTARID. M et DEGAICHIA, potentiel cartographique de l'imagerie ikonos geo, Département de Cartographie et Photogrammétrie- Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Institut National de Cartographie et de Télédétection – Algérie, 2014 .
- **(FODIL. S ; 2018)** **FODIL SOUHILA** ; Dynamique de la désertification dans deux communes steppiques algériennes (El-Gueddid et Zaafrane-Wilaya de Djelfa) et réponses des acteurs : Évolution des systèmes agropastoraux et effets des aménagements publics contre la désertification, Série « Master of Science » , Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier , 2018, P
- **(GERARD 1999)** GERARD G -Climatologie des environnements. Cours et exercices corrigés. Ed.Dunod, Paris, 1999 .
- **(GHANIMA. D ; 2015)** Mme GHANIMA Djaouher, Comparatif de méthodes avancées pour la fusion d'images satellites , THESE de Doctorat en Sciences en physique , UNIVERSITE D'ORAN DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE , USTO-MB P 12
- **(GUERINIAI. A; 2012)** , **Analyse spatio-temporelle par télédétection de la région de Djelfa -Evolution de l'occupation du sol-** Ecole Nationale Supérieure Agronomique El Harrach – Alger Mémoire de magister en sciences agronomiques Spécialité : Foresterie et Protection de la Nature Option : Foresterie et Conservation de la Biodiversité
- **(KABORE. B ; 2007)** , **Bernard KABORE ; CAHIERS DU CERLESHS, LETTRES, SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES, CENTRE D'ETUDES ET DE RECHERCHE EN LETTRES, SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES , 2007.**
- **(KHEDIM. R ; 2018)** , Étude de la biodiversité lichénique du Parc National de Theniet-el-Had (Tissemsilt, ALGERIE) , Université Djillali Liabes de Sidi-Bel-ABBES, 2018, P56.
- **(LATROUS. A ; 2017)** LATROUS Asma ; Etude de la végétation accompagnatrice du chêne liège comme indicateur de croissance et de qualité du liège dans la suberaie du Parc National de Teniet El Had (W.Tissemsilt) , Mémoire de MASTER en FORESTERIE, université abou bekr belkaid tlemcen,2017 , p15.

Références Bibliographique

- **(LESLIE. B ET ALL ; 2015)**, Leslie Bouetou-Kadilamio , Suspense Averti Ifo1 Stoffenne Binsangou Laboratoire de Géomatique et Ecologie Tropicale Appliquée Brazzaville, République of the Congo, Ecole Normale Supérieure, Laboratoire de Géomatique et d'Ecologie, Tropicale Appliquée, Université Marien, Brazzaville, République of the Congo
- **(MANIERE.R. ; 1987)**, Télédétection spatiale et aéroportée et géocodées sur l'environnement: principes généraux et étude de quelques domaines d'applications. Thèse doct. d'État, Univ. Aix-Marseille III systèmes d'informations vol. 26, no 4, p 349-362.
- **(MOKADEM; 2018)** MokademDjelloul, Image Mining : application aux images de télédétection.thèse de doctorat
- **(PNTEH ; 2019)**, direction de parc national de theniet el had.
- **(SEMMOUD. A et ZENNAKI. O ; 2013)** ; SEMMOUD Abderrazak ET ZENNAKI Othman , Extraction des réseaux routiers à partir des images satellitaires à haute résolution (IKONOS) en utilisant l'approche multi-résolution, Mémoire d'ingénieur d'état en informatique, université Abou Bekr Belkaid Tilimsen,2010, P6.
- **(TIR. EL; 2016)** TIR Elhadj, 2016, Analyse spatiale et cartographie de la régénération forestière post incendie dans la Wilaya de Tissemsilt, MIMOIRE de Magister En Biodiversité et gestion intégré des écosystèmes, UNIVERSITE ABOUBAKR BELKAÏD –TLEMEN, 2016, P17 .
- **(WEB.ARCHIVE ; 2014)** **QGIS Documentation, Avant propos » [archive du 18 février 2014]**
- **(ZAOUI. L ; 2019)** , ZAOUI Larbi , Apports de la Télédétection Satellitaire dans le Suivi de l'évolution Spatio-Temporelle des sables dunaires, THESE de Doctorat en Sciences , , UNIVERSITE D'ORAN DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE , USTO-MB , 2019, p16
- **(ZEDEK. M ; 1993)** ; Contribution à l'étude de la productivité du Cedrus atlantica Manetti. (Cèdre de l'Atlas) dans le parc national de Theniet el Had. Thèse Magister, INA, Alger, 175p

Les sites web

- **(ALGERIE-MONDE ; 2013)**, <http://www.algerie-monde.com/parcs-naturels/theniet-el-had/>
- **(EDUSCOL; 2006)** <https://eduscol.education.fr/orbito/system/landsat/land1.htm>
- **(EMSE ; 2013)** https://www.emse.fr/tice/uved/SIG/Glossaire/co/Resolution_spatiale.html
- **(ESA ; 2017)** ; <https://earth.esa.int/web/guest/missions/3rd-party-missions/current-missions/spot>.
- **(INFOCLIMAT ; 2019)** https://www.infoclimat.fr/climatologie/normales-records/1988_2018/miliana/valeurs/60430.html
- **(UNSG ; 2018)**. http://cours-fad.public.ensg.eu/pluginfile.php/1163/mod_imscp/content/1/co/Landsat.html
- **(USGS NASA ; 2018)**. <https://www.usgs.gov/media/images/landsat-missions-timeline>

Résumé

Le présent travail a pour objectif la cartographie et l'étude de l'évolution de la dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol à partir des données de télédétection issues de quatre scènes du satellite Landsat d'une période déterminée de trente ans entre 1988 à 2018, la zone d'étude choisie pour notre méthodologie est les Cantons de Kef Sachine et celui de Sidi Abdoun localisés au parc National de Theniet el Had dans la Wilaya de Tissemsilt. La méthode utilisée est la classification supervisée du maximum de vraisemblance afin d'élaborer des cartes de l'occupation du sol pour suivre les modifications et l'évolution du couvert végétal en terme de dégradation ou augmentation des superficies, Les résultats obtenus, ont permis d'identifier et de caractériser les changements durant la période choisie .

Mot clés : télédétection, cartographie, Occupation du sol, Classification supervisée,

ملخص

يهدف هذا العمل إلى رسم خرائط ودراسة تطور الديناميكيات المكانية والزمانية للغطاء الأرضي باستخدام بيانات الاستشعار عن بعد من أربعة صور للقمر الصناعي Landsat لفترة زمنية مدتها ثلاثون عاماً. من 1988 إلى 2018، كانت منطقة الدراسة المختارة لمنهجيتنا هي كاف ساشين وسيدي عبدون بالحظيرة الوطنية لثنية الحد ولاية تيسمسيلت. الطريقة المستخدمة هي تصنيف تحت إشراف أقصى احتمال من أجل وضع خرائط لنشأة التربة ولتتبع التغيرات وتطور الغطاء النباتي من حيث الزيادة أو النقصان، والنتائج التي تم الحصول عليها تسمح لنا بتحديد ووصف التغيرات خلال الفترة المختارة.

الكلمات المفتاحية: الاستشعار عن بعد ، رسم الخرائط ، استخدام الأراضي ، تصنيف تحت إشراف أقصى احتمال.

Abstract

The current work aims to map and study the evolution of the spatio-temporal dynamics of land use and land cover using remote sensing data from four Landsat satellite images of a defined period of thirty years between from 1988 to 2018, the study area chosen for our methodology is Kef Sachine and Sidi Abdoun area located in the Theniet el Had National Park in the country of Tissemsilt. The method used is the supervised classification is the Maximum Likelihood in order to elaborate maps of the land use and land cover to follow the modifications and the evolution of the vegetal cover in term of degradation or increase of the surfaces, the results obtained, allowed to identify and characterize the changes during the chosen period.

Keywords: Remote sensing, Cartography, Land use and land cover, Supervised classification.