



République Algérienne Démocratique et Populaire Ministère de l'Enseignement
Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université d'ORAN II Mohamed Ben Ahmed

Faculté des Sciences de la Terre et de L'univers

Département de **Géographie et d'Aménagement du Territoire**

Mémoire

Présenté par :

SENHADJI Walaa Dhikra Wissal

Et

SEBAK Mohammed

En vue de l'obtention de :

Diplôme de Master en Géographie et aménagement du territoire

Option : **Géomatique**

Thème :

La cartographie et la caractérisation des transformations rurales et urbaines par
une série temporelle des images spatiales et des SIG (Cas de la commune de
NEDROMA)

Devant le jury composé de :

Président	Mr. SOUIAH Sid Ahmed	MCB	Université d'ORAN II
Examineur	Mme. GOURINE Farida	MAA	Université d'ORAN II
Encadreur	Mr. SEMAHI Zakaria	MCA	Université USTOMB
Co-encadreur	Mr. BELMAHI M.Nadir	MCB	Université d'ORAN II

Année universitaire : **2020 – 2021**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الْحَمْدُ لِلَّهِ الْعَلِيِّمِ الْحَمِيدِ الْحَمْدُ لِلَّهِ الْعَلِيِّمِ الْحَمِيدِ
مَالِكِ يَوْمِ الدِّينِ أَمَّا بَعْدُ فَاذْكُرُونِي أَنْصَبُوا

أَسْتَعِينُ هَذَا الصِّرَاطَ الْمُسْتَقِيمَ صِرَاطَ الَّذِينَ أَنْعَمَ اللَّهُ عَلَيْهِمْ غَيْرِ

الْمَغضُوبِ عَلَيْهِمْ وَلَا الضَّالِّينَ



Dédicaces

À toute personne qui nous aime

À toute personne que nous aime

À tous ceux qui cherchent le savoir.....





Remerciement

Nous tenons tout d'abord à remercier **Dieu** le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

Ce travail n'aurait pu se faire sans le soutien de **Nos précieux formidables parents** que nous les remercions de tout cœur pour leurs encouragements et leurs douaae.

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toute ma reconnaissance.

En premier lieu, j'exprime particulièrement ma reconnaissance à **Mr SMAHI Zakaria** Maître de conférence à l'Université des Sciences et de la Technologie d'Oran - Mohamed Boudiaf et **Mr. BELMAHI M. Nadir** Maître de conférence à la Faculté de des Sciences de la Terre et de L'univers (Université d'Oran 2) pour leur savoir-faire, leur conseils, leur compétence, leur patience, leur enthousiasme et l'attention particulière avec laquelle elle a suivi et dirigé ce travail.

Nos remerciements les plus profonds vont aux membres du jury qui ont été nos professeurs durant notre cycle d'étude... À **Mr. SOUIAH Sid Ahmed** et **Mme. GOURINE Farida**, de nous ont fait l'honneur de jurer de ce travail, On les remercie pour leur compréhension et leur aide. Toute expression de nos profondes gratitudee.

Un immense merci à : **Mr Abdenour, Melle SENHADJI Alaa** qu'ils nous ont beaucoup aidé et retenue la longue de la rédaction de ce mémoire et qu'ils nous ont orienté avec leur conseils et surtout merci pour leur patience. Merci pour votre gentillesse.

Que toute personne ayant participé de près ou de loin dans l'élaboration de ce travail, trouve ici l'expression de nos très vifs remerciements.



Résumé

Dans le cadre de l'étude de la gestion d'environnement, nous nous sommes intéressées d'étudier la situation stratégique de la commune de NEDROMA dont elle est considérée comme une ville algérienne traditionnelle en voie de développement.

L'objectif de cette étude était de cartographier avec des données multi-sources sur l'occupation du sol et de mesurer différentes tendances dans le développement du territoire de Nedroma de l'année 1987 jusqu'en 2021.

L'approche utilisée dans cette étude est basée sur l'utilisation du traitement d'images satellitaires Landsat et Sentinel et du SIG. L'exploitation minière et l'imagerie satellitaire ont permis d'obtenir dans un premier temps trois cartes d'occupation du sol de 1987-2008-2021 et postérieures, pour analyser l'évolution du paysage entre les années.

Mots clés : Nedroma ; SIG ; Occupation du sol ; Développement ; Landsat ; Sentinelle ; Gestion d'environnement ; Evolution du paysage ; Traitement d'images satellitaires.

Abstract

As part of the study of environmental management, we were interested in studying the strategic location of NEDROMA town, which it is considered as a traditional Algerian city in the process of development.

The main objective of this study is to map land use through multi-source data and to measure the different trends in the evolution of the Nedroma territory between 1987 and 2021.

The approach used in this study is based on the use of Landsat and Sentinel satellite image processing and SIG. Mining and satellite imagery first made it possible to obtain three land use maps from 1987-2008-2021 and later, to analyze the evolution of the landscape between the years.

Keywords : Nedroma ; SIG ; land use ; development ; Landsat ; Sentinelle ; environmental management ; the evolution of the landscape ; processing of satellite images.

ملخص:

وكجزء من دراسة التسيير البيئي، لقد اهتمنا بدراسة الموقع الاستراتيجي لبلدية ندرومة، التي تعتبر مدينة جزائرية تقليدية في طور التنمية.

كان الهدف من هذه الدراسة هو رسم خريطة ببيانات متعددة المصادر عن استغلال الأراضي وقياس الاتجاهات المختلفة في تنمية إقليم ندرومة من عام 1987 حتى عام 2021.

ويستند النهج المستخدم في هذه الدراسة إلى استخدام نظامي لاندسات وسنتينيل لمعالجة صور القمر الصناعي وتنظيم المعلومات الجغرافية. أتاحت هذه الصور في البداية الحصول على ثلاث خرائط لاستخدام الأراضي في الفترة من 1987-2008-2021....

الكلمات المفتاحية: ندرومة-استغلال الأراضي-لاندسات-سانتينيل-التسيير البيئي

Sommaire

Introduction Générale

1. Introduction.....	01
2. Problématique et méthodologie de recherche	02

Chapitre I : Contexte générale de NEDROMA

Introduction.....	04
1. Cadre géographique régional	04
a. Cadre géographique de la Wilaya de Tlemcen.....	05
b. Relief de la wilaya de Tlemcen	05
2. Contexte géographique local	06
a. Cadre géographique de Nedroma.....	06
b. Communes limitrophes	06
c. Relief de la commune de Nedroma	07
❖ Hypsométrie	07
❖ Les expositions des versants	08
d. Contextes Climatiques	08
❖ Contextes hydrographiques	09
e. Situation démographique	10
Conclusion.....	10

Chapitre II : Traitement des images satellites

Introduction	12
1. Données et Outils utilisées	12
a. Extraction de la fenêtre d'étude	13
b. Analyse de corrélation	14
✧ Image sentinelle 2 : Image TM 2021	15

✧ Image sentinelle 2 : Image TM 1987	15
✧ Image sentinelle 2 : Image TM 2008	16
c. La composition colorées des images TM et SENTINELLE	16
d. Classification des images : (carte d'occupation du sol)	17
Conclusion.....	20

Chapitre III : Matériel et Méthode

Introduction.....	22
1. Méthodologie	23
2. L'intérêt de l'utilisation de l'imagerie satellitaire	25
a. Le capteur Sentinel-2	26
b. Le capteur Landsat 5	27
3. Matériels et logiciels utilisés	28
a. Le logiciel ENVI	28
b. L'outil Google Earth Pro	29
c. L'outil SIG- Map Info	30
d. Logiciel ArcGIS	31
Conclusion	31

Chapitre IV : RESULTATS Et Interprétations

Introduction	32
1. Traitement statistique des données et mise en évidence des changements....	32
a. Taux moyen annuel d'expansion spatiale	32
b. Résultats cartographiques et interprétation	33
➤ Occupation des sols pour l'année 1987	33
➤ Occupation des sols pour l'année 2008	35
➤ Occupation des sols pour l'année 2021	37
2. Analyse de l'évolution de l'occupation du sol	38
a. Calcul des changements	38

b. Analyse de l'évolution (1987-2008-2021)	39
c. L'évolution des autres classes	40
❖ Entre 1987 et 2008	40
❖ Entre 2008 et 2021	41
❖ Entre 1987 et 2021	42
Conclusion	41
Conclusion Générale	45
Bibliographie	47

Liste des Abréviations

- ❖ **SIG** : Système d'Information Géographique
- ❖ **RGPH** : Recensement général de la population et d'habitat
- ❖ **ONS** : Office Nationale des Statistiques
- ❖ **INCT** : Institut Nationale de Cartographie et de la Télédétection
- ❖ **MSS** : Multi Spectral sensor
- ❖ **ESA** : Agence Spatiale Européenne
- ❖ **TM** : Thematic Mapper
- ❖ **NIR** : Near Infra Rouge
- ❖ **SWIR** : Short-Wave InfraRed
- ❖ **MSI** : Micro-Star International
- ❖ **PAN** : Panchromatique
- ❖ **MS** : Multi spectral
- ❖ **ENVI** : Environment for Visualizing
- ❖ **RMS** : Root Mean Square
- ❖ **Ha** : Hectares

Liste des Figures

Figure 01 : Ville de NEDROMA.....	04
Figure 02 : Situation géographique de Tlemcen.....	05
Figure 03 : Carte de la commune de NEDROMA	06
Figure 04 : l'hypsométrie de la commune de NEDROMA.....	07
Figure 05 : Les expositions des versants de la commune de Nedroma.....	08
Figure 06 : le réseau hydrographique et les pentes dans la commune de Nedroma.....	09
Figure 07 : Fenêtre de l'extraction de la zone d'étude (raster clip) sous ArcGIS.....	13
Figure 08 : limite administrative pour le clip de la zone d'étude.....	14
Figure 09 : Composition colorée de la fenêtre d'étude de l'image TM (1987).....	17
Figure 10 : Fenêtre de classification d'image.....	18
Figure 11 : Fenêtre de classification des zones.....	19
Figure 12 : Fenêtre de classification des zones selon la superficie.....	19
Figure 13 : Principe d'un système de télédétection (IGN, 2008).....	22
Figure 14 : Approche Méthodologique.....	24
Figure 15 : Visualisation d'une image satellitaire sous ENVI 4.7.....	29
Figure 16 : Google Earth Pro.....	30

Figure 17 : SIG-Map	
Info.....	30
Figure 18 : Logiciel ArcGIS.....	31
Figure 19 : La répartition spatiale des classes d'occupation du sol de l'image	
1987.....	34
Figure 20 : Carte d'occupation du sol de la commune de Nedroma de l'année	
1987.....	35
Figure 21 : La répartition spatiale des classes d'occupation du sol de l'image	
2008	36
Figure 22 : Carte d'occupation du sol de la commune de Nedroma de l'année	
2008.....	36
Figure 23 : La répartition spatiale des classes d'occupation du sol de l'image	
2021.....	37
Figure 24 : Carte d'occupation du sol de la commune de Nedroma de l'année	
2021.....	38
Figure 25 : Histogramme du taux de changement des classes d'occupation du	
sol de 1987 à 2021.....	39
Figure 26 : Carte des changements entre 1987 /2008.....	41
Figure 27 : Carte des changements entre 2008 /2021.....	42
Figure 28 : Carte des changements entre 1987 /2021.....	43

Liste des Tableaux

Tableau01 : Données climatiques à NEDROMA(<i>NEDROMA</i> , n.d.).....	09
Tableau02 : Évolution démographique de NEDROMA (<i>NEDROMA</i> , n.d.)...10	
Tableau 03 : Corrélation des bandes de l'image sentinelle 2021.....	15
Tableau 04 : Corrélation des bandes de l'image TM 1987.....	15
Tableau 05 : Corrélation des bandes de l'image TM 2008.....	16
Tableau 06 : Caractéristiques des images satellitaires utilisées.....	25
Tableau 07 : Description spectrale, spatiale et temporelle des bandes de Sentinel-2.....	27
Tableau 08 : Caractéristiques des différents Capteur Landsat (M.C. & GIRARD , 1999).....	27
Tableau 09 : Description spectrale, spatiale et temporelle des bandes de Landsat 5.....	28
Tableau 10 : Superficies des classes d'occupation du sol de l'image 1987....	33
Tableau 11 : Superficies des classes d'occupation du sol de l'image 2008.....	35
Tableau 12 : Superficies des classes d'occupation du sol de l'image 2021.....	37
Tableau 13 : Taux de changement des classes d'occupation du sol entre 1987, 2008 et 2021.....	39



Introduction
Introduction Générale
Générale

1. Introduction

Dans MAPS, plus recours aux cartes et l'occupation du sol qu'il n'est nécessaire dans les projets d'aménagement, elles sont utilisées comme outils d'aide à la décision pour la structure administrative et surtout le secteur de l'aménagement du territoire.

La ligne de base est établie en déterminant à partir de la surface du sol à partir de laquelle des opérations de changement peuvent être effectuées et renseigne sur la dynamique spatio-temporelle de la profession (CERTU, 2005). De tous les outils, notamment cartographiques, disponibles pour ce type d'analyse spatiale, nous nous intéressons à la télédétection. Ce sont à la fois des sources d'informations, des images par différents capteurs, des méthodes de traitement et des cadres conceptuels qui posent les problèmes appropriés (GALLICE-MATTI, 2005).

La télédétection ainsi que les outils SIG utilisés pour afficher, stocker, analyser et produire des données liées à l'environnement urbain et suburbain, dont ils peuvent fournir aux planificateurs certains ensembles de données (Bahr, 2001), dans l'ordre pour mieux gérer les zones urbaines et suburbaines.

Des changements majeurs depuis les deux derniers siècles ont connu par les villes algériennes. Leur croissance ne représente qu'une facette de ces transformations, se traduisant principalement par des changements dans la forme de l'organisation des villes.

Ces nouvelles formes d'urbanisme se mettent en place avec de nouveaux outils, dont ils permettent de comprendre et les changements en cours, et d'aider à la définition des milieux urbains (GALLICE-MATTI, 2005).

Dans une optique de valorisation urbaine et de développement rural en Algérie, nous nous concentrons particulièrement sur les petites villes comme NEDROMA, ma ville natale. Les objectifs de notre recherche comprenaient la cartographie et la transformation des zones rurales et urbaines à l'aide de séries temporelles d'imagerie spatiale et de SIG. Cela a été traité à partir de la production de cartes d'occupation des sols au cours de ces trois périodes consécutives 1998 ; 2008 et 2021. Ce travail vise également à mettre en lumière les expériences vécues par la région durant cette période. Les Systèmes d'Information Géographique sont de très bons outils car ils permettent la collecte et l'analyse d'informations provenant de plusieurs sources, avec le développement de logiciels tels que MAPS INFO et ENVI.

La thèse est structurée de manière classique, consistant en un synopsis suivi d'un premier chapitre, qu'il est consacré aux présentations sur la zone d'étude donne la localisation, les principales caractéristiques physiques et humaines. Dans le deuxième chapitre intitulé « Méthodologie et description des données, outils et logiciels utilisés », la méthodologie, les données et l'introduction générale des deux outils utilisés pour extraire les systèmes d'information et les systèmes d'information utilisés et leur fonctionnement sont présentés.

Le troisième chapitre prend en charge la collecte et le prétraitement des données obtenues à partir d'images satellitaires. Le quatrième chapitre présente les résultats des discussions sur ce travail. Il s'agit essentiellement des résultats statistiques et cartographiques et leurs commentaires sont consacrés aux résultats et à l'interprétation par rapport aux données bibliographiques.

2. Problématique et méthodologie de recherche

La télédétection est la science qui rassemble l'ensemble des connaissances et des techniques utilisées pour observer, analyser, interpréter et gérer l'environnement à partir de mesures et obtenues à partir d'utilisations aériennes et spatiales, terrestres ou spatiales. Comme son nom l'indique, il suppose la collecte d'informations sans contact direct avec l'objet détecté.

La définition officielle de la télédétection est "l'ensemble des connaissances et des techniques utilisées pour déterminer les caractéristiques biologiques et physiques des objets par des mesures effectuées à distance, sans objets d'accompagnement" (COMITAAS, 1988).

Dans cette étude, nous essaierons d'utiliser des techniques d'imagerie et d'analyser les résultats obtenus, pour comprendre le développement et la transformation de l'espace rural dans la commune de NEDROMA.

Pour ce faire, le problème peut être posé comme suit : En télédétection, dans quelle mesure les dynamiques rurales et urbaines participent-elles à la dynamique urbaine de NEDROMA ?

De nombreuses études ont été faites sur la terminologie de l'utilisation de la télédétection pour mesurer l'étendue urbaine, de nombreux chercheurs se sont intéressés à cette méthode de construction à partir d'images satellites.

En plus de toutes les recherches focalisées sur un produit particulier, une grande partie de ces recherches s'avère aujourd'hui due notamment au développement de la technologie dans le domaine ainsi qu'à l'évolution continue des cadres.

A l'issue de ces recherches, il s'est avéré qu'aucune n'a conçu le manche de la télédétection centrée sur la commune de NEDROMA. La procédure de recherche de données peut se subdiviser en plusieurs parties.

La première consiste à rechercher des informations sur Internet le biais de différents moteurs de recherches, tant sur les sites statistiques des régions d'études que la documentation fournie. Ensuite, un inventaire d'une bibliographie scientifique a été réalisé le but de mieux nous enquérir du sujet.

Ces recherches sont de plus poursuivies en bibliothèques universitaires en ligne seulement à cause de la pandémie du virus 19 alors l'insuffisance des données qui présentent une thématique sur notre zone d'étude.

Enfin, une visite de terrain accompagnée de cours explicatifs en ligne avec M. SMAHI Zakaria sur la plateforme Skype a été réalisée pour tester l'application de plusieurs méthodes analytiques et notamment pour valider certaines des méthodes analytiques de classe d'occupation des sols.

Chapitre I

Contexte Générale de NEDROMA

Introduction

Cette partie du mémoire consistera à présenter dans les grandes lignes la commune de « NEDROMA », ses objectifs et ses particularités. Ensuite, tentera de décrire l'urbanisation et les changements enregistrés dans l'utilisation du sol.

L'urbanisation est essentiellement préjudiciable au milieu naturel qui accueille les villes par une occupation du sol (Burel, 1999). En revanche, les changements d'occupation du sol consistent la plupart du temps en une déforestation : les forêts primaires sont abattues au profit de plantations ou d'activités agricoles qui accompagnent l'évolution d'une ville avec une population croissante toujours plus demandeuse en ressources dont l'espace. De nos jours, la télédétection devient un outil très performant, continue de progresser avec de nouvelles perspectives de recherche qui s'appliquent aux nombreuses problématiques actuelles. La télédétection est utilisée dans le cadre d'études de dynamique d'occupation du sol, ses trois types de résolutions –spatiale, spectrale et temporelle, dont ils ouvrent de nombreuses potentialités d'analyse (Guennouni & Nahnouh, 2019/2020).



Figure 01 : Ville de NEDROMA.

1. Cadre géographique régional

a. Cadre géographique de la Wilaya de Tlemcen :

Située au nord-ouest de l'Algérie ; (34° 53' 24" nord, 1° 19' 12" ouest), cette wilaya s'étend sur une superficie de 9017,69 Km². Elle est limitée au Nord par la mer méditerranéenne, à l'Est par les wilayas de Sidi Bel Abbès et d'Ain Témouchent, au Sud par la wilaya de Naama et à l'Ouest par le Maroc, avec une altitude allant de 0 à 1771m comme point culminant.



Figure 02 : Situation géographique de Tlemcen.

b. Relief de la wilaya de Tlemcen :

La wilaya constitue un paysage diversifié où on rencontre quatre ensembles physiques distincts du nord au sud, elle se caractérise par :

- La zone Nord est constituée des Monts des Trara et Sebâa Chioukh apparaît comme un massif caractérisé par une érosion assez remarquable et des précipitations peu importantes.
- Un ensemble de plaines agricoles, avec à l'ouest la plaine de Maghnia et au centre et à l'est un ensemble de plaines et plateaux intérieurs appelé bassin de Tlemcen : les basses vallées de Tafna, Isser et le plateau de Ouled Riah. Au sud de cet ensemble, le chef-lieu de la Wilaya est établi. Cet ensemble est caractérisé par de fortes potentialités agricoles, un tissu urbain dense, un bon réseau routier et une importante activité industrielle.
- Les monts de Tlemcen qui font partie de la grande chaîne de l'Atlas tellien qui traverse l'Algérie d'Est en Ouest, et s'érigent en une véritable barrière naturelle entre les hautes plaines steppiques et le Tell.

➤ La zone sud constituée par les hautes plaines steppiques. La couverture végétale étant la réplique des conditions climatiques (300 mm), les sols peu profonds pauvres en humus sont sensibles à l'érosion, la nappe alfatière constitue un potentiel économique en cellulose pour la fabrication de la pâte à papier couvrant une superficie de 154 000 ha.

2. Contexte géographique local

a. Cadre géographique de Nedroma :

La commune de NEDROMA fait partie de la wilaya de Tlemcen. Nedroma est située à l'extrémité Nord- Ouest de l'Algérie occidentale, elle se trouve au Sud-est de Ghazaouet à 15 Kms de la côte, au Nord-Ouest de Tlemcen à une distance de 77 kms et au Nord de Maghnia (Naima, 2015). Nedroma est délimitée par Dar Yaghmouracen et Honaine sur son Nord, Par Djebala et Hamam Bouhrara sur son Sud, Par Beni Ouarsous et Ain kebira par son Est et finalement par Tienet par son Ouest.

b. Communes limitrophes :

Nedroma a un statut de daïra, née d'un découpage administratif, relativement récent et comprend deux communes : Djebala et Nedroma. Elle est limitée à l'est par la daïra de Beni Saf, au nord par Ghazaouet, à l'ouest par Maghnia.



Figure 03 : Carte de la commune de NEDROMA.

c. Relief de la commune de Nedroma :

Le territoire dont NEDROMA a été situé se caractérise par un certain nombre de particularités tel que sa composante naturelle. Elle est bâtie sur un replat topographique, sur le versant Nord du djebel Fillaoussène dont le point culminant atteint 1136 m d'altitude et qui fait partie du massif des Traras. Ceci justifie d'ailleurs le site défensif que l'actuelle ville occupe à une altitude de 650 m et qui surplomb sur le littoral. Elle s'étend sur une surface de près de 10 hectares et comptait en 1962, 2958 habitants (Naima, 2015).

❖ Hypsométrie :

Chaque zone géographique a des caractéristiques physiques qui représentent sa morphologie, ses composantes géographiques soit de relief (hypsométrie, pente, réseau hydrographique, versants...) ou son climat (température, précipitations...). Le milieu physique de la zone de Nedroma est caractérisé par plusieurs types de relief, les plus importants sont :

- Une chaîne montagneuse au sud liée au djbel Fellaoussène et djbel d'El-Gliaa
- Une plaine ouverte sur la mer par la vallée d'Oued Agrouch ou s'étendent des pentes inférieures à 10%

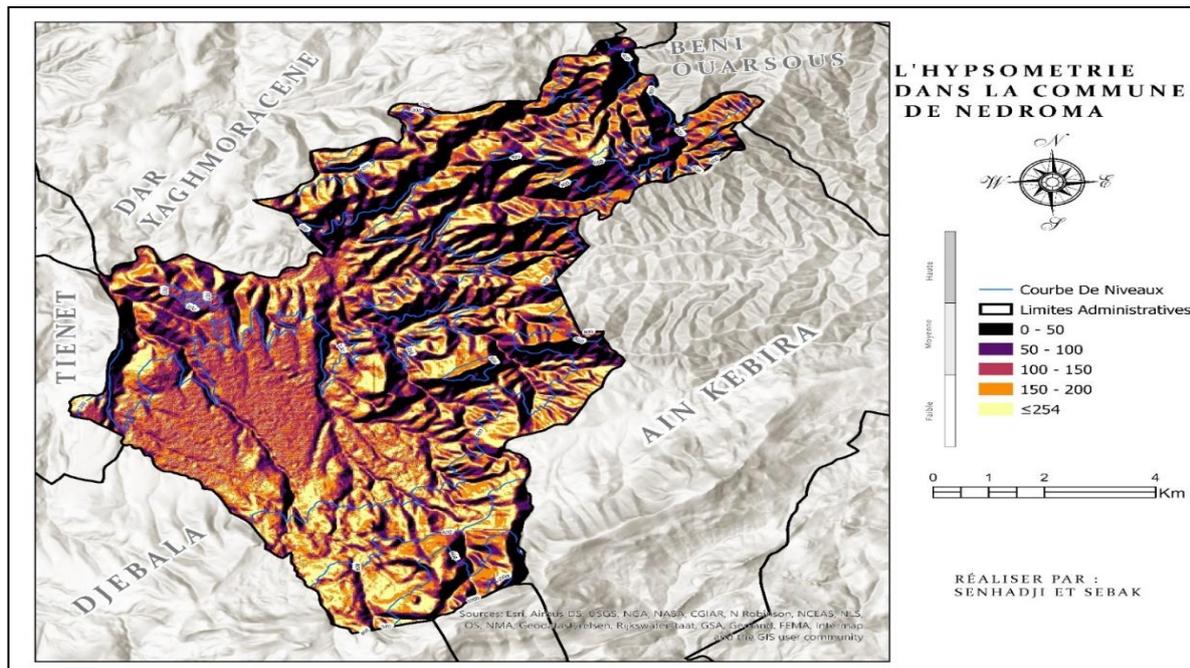


Figure 04 : l'hypsométrie de la commune de NEDROMA

La carte précédente représente une carte d'hypsométrie de la commune de NEDROMA, en fonction d'altitude des reliefs de la région. D'après les clés de la carte, on note que l'altitude des reliefs en nord de la région se varie entre 0 et 50 mètres et une variation de 50 à 150 m au centre de la zone. L'altitude se diffère entre 150 à supérieur que 254 m au sud de Nedroma. On

peut déduire que la Commune de Nedroma se caractérise par des plaines fertiles au niveau du nord et le centre de la région, et de collines et des montagnes au niveau du sud de la région.

❖ Les expositions des versants :

Le versant sud de la commune de Nedroma est caractérisé par une pente très forte et régulière.

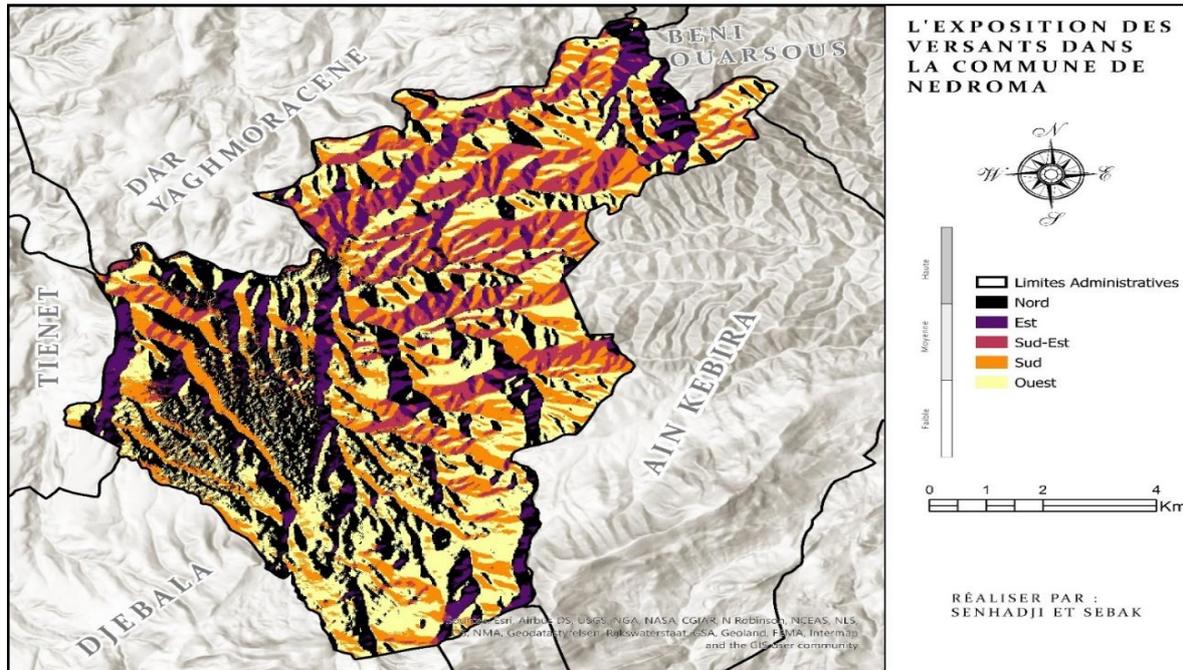


Figure 05 : Les expositions des versants de la commune de Nedroma.

d. Contextes Climatiques :

La ville de NEDROMA se caractérise par un climat chaud et tempéré de type méditerranéen ,avec des précipitations annuelles avoisinent les 400 mm et une température annuelle en moyenne est de 16 (NEDROMA, n.d.) , car elle est située au milieu d’un ilot particulièrement pluvieux dans les Traras.

Mois	jan.	fév.	mars	avril	mai	juin	jui.	août	sep.	oct.	nov.	déc.	année
Température moyenne (°C)	10	11	13	14	17	21	24	25	23	19	15	11	17
Précipitations (mm)	43	54	57	58	45	15	3	2	13	34	41	62	433
Nombre de jours avec précipitations	6	8	7	7	6	3	1	1	2	5	7	7	64

Tableau01 : Données climatiques à NEDROMA(NEDROMA, n.d.).

❖ Contextes hydrographiques :

Nedroma est perchée sur un replat, dominant une plaine fertile accessible à la mer et alimentée par des sources abondantes.

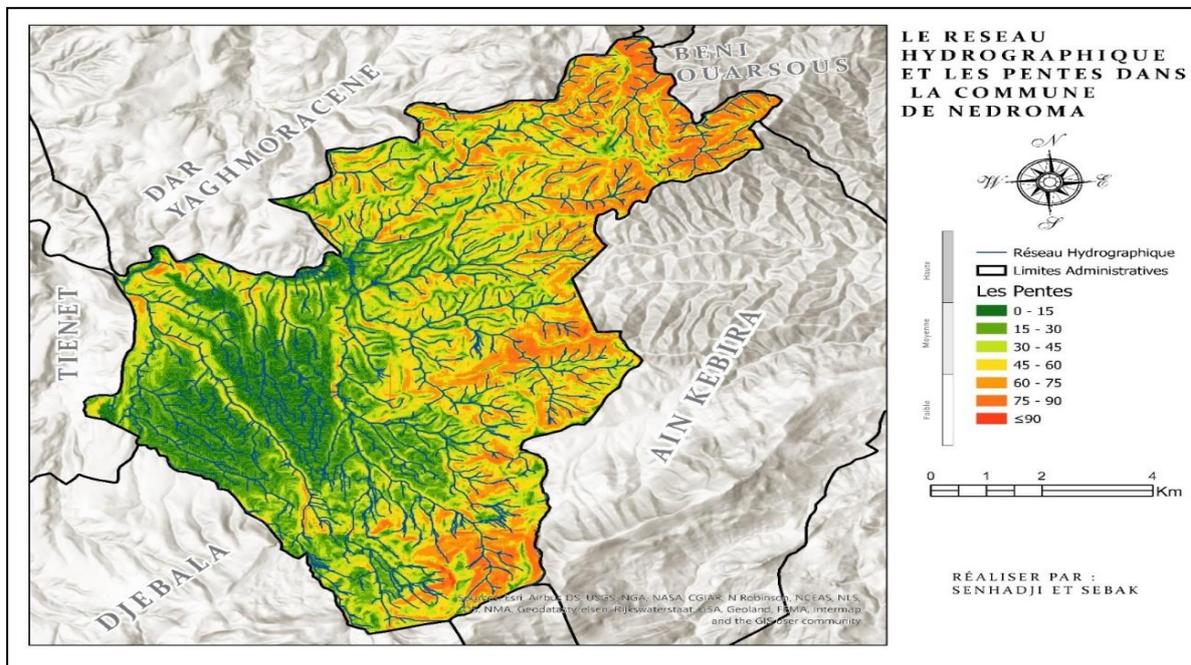


Figure 06 : le réseau hydrographique et les pentes dans la commune de Nedroma.

La carte précédente représente une carte de réseau hydrographique et les pentes dans la commune de Nedroma. D'après les clés de la carte, on note que la hauteur des pentes se varie entre 45 à 90 m en nord-est et le sud-est de la région. Par contre, on remarque que la hauteur des pentes se diffère entre 0 et 15 m au niveau du sud-ouest. Ainsi, la carte hydrographique nous montre des réseaux hydrographiques qui se pénètrent dans tout commun de Nedroma. Alors on peut estimer que Nedroma contient de plusieurs sources d'eau et une végétation remarquable.

e. Situation démographique :

Selon le recensement général RGPH de la population et de l'habitat de 2008 de l'Office Nationale des statistiques (ONS), la population de la commune de NEDROMA est évaluée à 32 498 habitants contre 21646 en 1987 (data, 2020).

Année	1998	2008	2018
Population	30619	32498	38238
Densité	338,33 p/km ²	359,09 p/km ²	422,51 p/km ²

Tableau02 : Évolution démographique de NEDROMA (*NEDROMA*, n.d.).

La commune de NEDROMA possède une évolution démographique ni homogène ni stable, et les périodes de forte croissance sont rares. Contrairement aux nombreuses villes algériennes qui ont connu une promotion administrative, ou un investissement industriel important. En dehors de la période postcoloniale, la croissance de la population n'a jamais atteint les moyennes nationales (data, 2020).

Conclusion :

La commune de Nedroma bénéficie d'un excellent emplacement en tant que lien entre l'Ouest et le centre et sa proximité avec la ville de Tlemcen, en plus de la facilité du terrain et de l'adéquation des conditions climatiques. Cette dernière dispose d'un réseau routier adapté dans tous les états de la patrie. Tous ces facteurs ont facilité le développement rapide de la population d'année en année, ainsi que ces conditions son impact est important dans l'augmentation de la population, le développement de ses activités, la création d'emplois, ainsi que les exigences de la vie quotidienne, ce qui encourage les habitants à construire et à s'installer dans leur région.

Quant à l'activité économique de la population, la communauté rurale de la commune est une société agricole.

Chapitre II

Traitement des images satellites

Introduction

Les observations par télédétection de la surface de la terre, recueillies par des capteurs montés sur une plate-forme spatiale, fournissent des informations précieuses qui ne sont pas facilement acquises par les méthodes d'arpentage sur le terrain. Ces images sont utiles pour localiser des objets sur le terrain et pour étudier leurs emplacements relatifs l'un à l'autre. L'imagerie nous aide également à étudier et à surveiller le changement continu de la surface de la terre résultant du cycle saisonnier, des forces géologiques et géomorphologiques ou des activités humaines. Les images fournissent une vue synoptique de la terre et sont utiles pour trouver des réponses à des questions telles que : où se trouvent les objets d'intérêt, comment ces objets sont-ils disposés les uns par rapport aux autres et comment ces objets changent-ils au fil du temps.

Cependant, que nous ne pouvons pas mesurer directement les informations pertinentes sur les objets d'intérêt. Lors de l'acquisition d'images de télédétection, nous mesurons essentiellement le rayonnement électromagnétique réfléchi ou émis, alors qu'en fait, nous nous intéressons à l'identification des objets, aux propriétés des objets et à la disposition spatiale de ces objets dans le terrain. Nous devons traduire les données de radiance électromagnétique réfléchie ou émise en informations utiles sur l'identité d'un objet ou sur certaines propriétés de l'objet.

Après les étapes de prétraitement de l'image, l'analyse de l'image se poursuit généralement par plusieurs étapes d'extraction d'informations. Il s'agit de méthodes de classification d'images surveillées ou surveillées, utilisant des indices spectraux de végétation, de reconnaissance et/ou d'interprétation visuelle.

1. Données et Outils utilisées

Les données de télédétection utilisées sont composées de trois images : deux images Thematic Mapper (TM) de Landsat 5 (1987 et 2008) et une image 2020 de **SENTINELLE 2** couvrant toute la commune de Nedroma.

Traitement numérique des images a été réalisé à l'aide du logiciel SIG ArcGIS pour la composition colorée des images ainsi que la classification non dirigée qui constituent une aide à l'interprétation visuelle à l'écran. Ensuite la numérisation et la création des cartes d'occupation du sol et de la carte des changements.

a. Extraction de la fenêtre d'étude :

Avant d'entamer notre travail, nous devons appliquer des modifications nécessaires pour chaque image car elles peuvent couvrir une zone beaucoup plus importante que celle que l'on veut étudier. Pour cela, il faut extraire uniquement la zone d'intérêt afin de pouvoir les superposer.

Cette étape a été réalisée avec le logiciel ArcGIS en utilisant l'outil (raster clip) avec une délimitation vectoriel de la forme administrative de la zone d'étude (Figure 07).

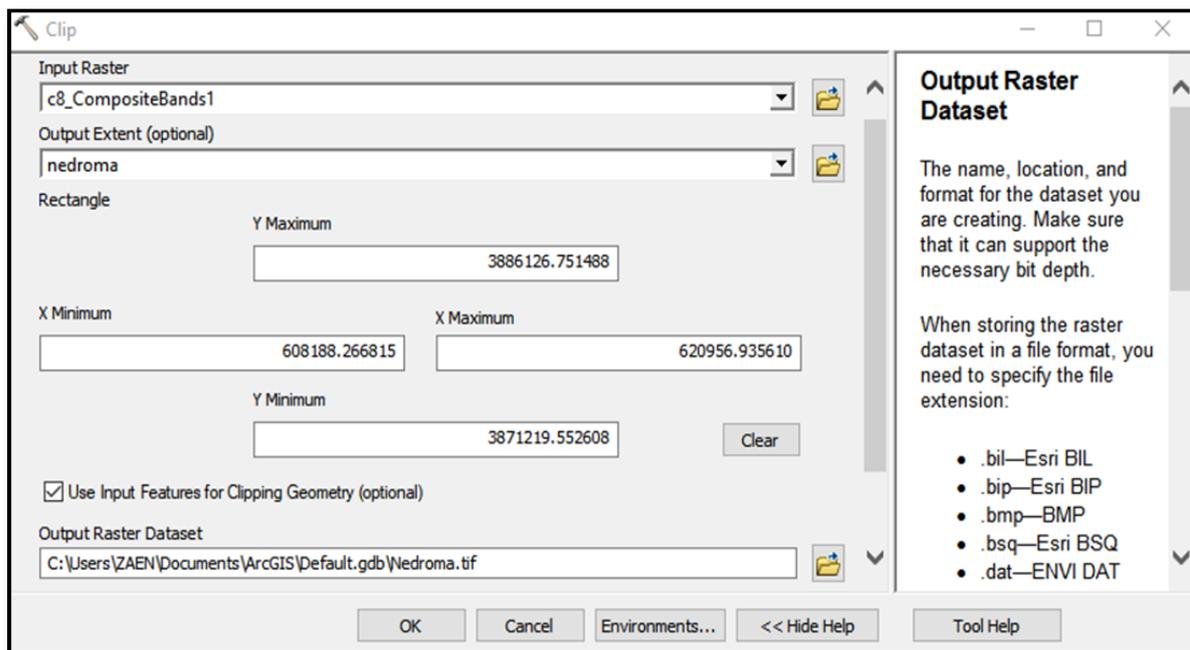


Figure 07 : Fenêtre de l'extraction de la zone d'étude (raster clip) sous ArcGIS.

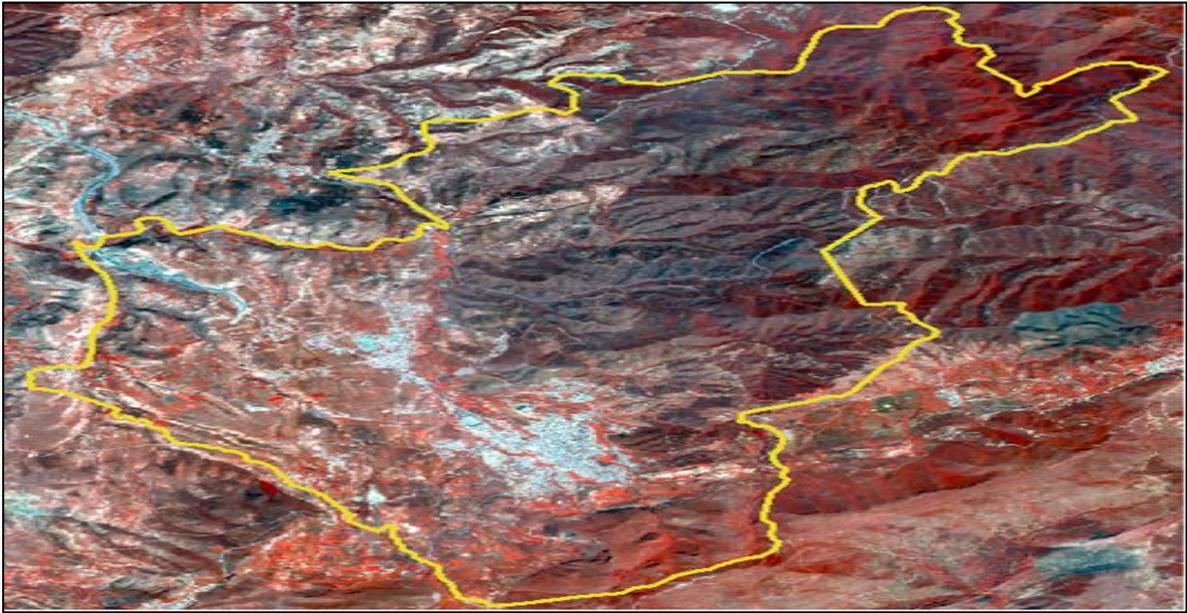


Figure 08 : limite administrative pour le clip de la zone d'étude.

b. Analyse de corrélation :

Pour faciliter et optimiser la classification, il est important de choisir les bandes spectrales les plus intéressantes, qui sont les plus discriminantes. Par conséquent, il est nécessaire de connaître le comportement spectral de afin de distinguer.

La corrélation est un terme qui fait référence à la force de la relation entre deux variables où une corrélation élevée et forte signifie que deux variables ou plus ont une relation forte les unes avec les autres tandis qu'une corrélation faible ou une corrélation signifie que les variables ne sont pas liées.

L'analyse de corrélation est le processus qui consiste à étudier cela avec les données statistiques disponibles.

Les coefficients de la corrélation peuvent varier entre -1,00 et où la valeur -1,00 représente une corrélation négative ce qui signifie que la valeur d'une variable augmente ou diminue tandis que la valeur est 1, 00 représente une relation parfaite, ce qui signifie que lorsqu'une variable augmente dans valeur, l'autre aussi.

Des valeurs comme celles-ci signalent une relation linéaire parfaite entre deux variables, donc si vous donnez le résultat ci-dessus, l'histogramme sera une ligne droite, une valeur de 0,00 signifie qu'il n'y en a pas. Quelle relation entre les variables est examinée et sera représentée graphiquement comme lignes complètement séparées.

L'analyse de corrélation nous permet de confirmer une relation certaine ou inexistante entre deux échantillons différents, ou nous permet dans notre étude de cas de savoir de quels canaux nous avons besoin et lesquels contiennent les mêmes informations contenues dans les plages sélectionnées.

✧ **Image sentinelle 2**

Image TM 2020

Bandes	B8	B4	B3	B2
B8	1	0.46	0.44	0.435
B4		1	0.96	0.94
B3			1	0.98
B2				1

Tableau 03 : Corrélation des bandes de l'image sentinelle 2020

Le **tableau 03** montre que les bandes B3 et B2 sont très corrélées (98%) et qu'il existe une forte corrélation positive entre les deux.

De plus, les bandes B4 et B3 sont très corrélées (96%). D'où, les bandes B3, B2 et B4 sont corrélées entre elles.

Ainsi, le choix s'est fait comme suit :

- Le canal B2 est choisi (Valeur Minimum = 0.435)
- Les canaux B8, B3 sont choisis car ils ont une corrélation minimal avec B2 par rapport au canal B4.

Image TM 1987

Bandes	TM1	TM2	TM3	TM4
TM1	1	0.99	0.92	0.72
TM2		1	0.97	0.79
TM3			1	0.83
TM4				1

Tableau 04 : Corrélation des bandes de l'image TM 1987.

Les canaux TM1 et TM2 sont fortement corrélés (99%).Donc, on ne sélectionne qu'une seule bande d'entre elles. Ainsi, les bandes TM3 et TM4 sont automatiquement choisies. De plus et d'après le tableau de corrélation (**Tableau 04**), la bande TM2 est très corrélée aux bandes TM3 et TM4 par rapport à TM1.D'où, cette dernière est sélectionnée.

En résultat, les bandes choisies sont : TM1, TM3 et TM4.

Image TM 2008

Bandes	TM1	TM2	TM3	TM4
TM1	1	0,98	0,94	0,36
TM2		1	0,97	0,40
TM3			1	0,46
TM4				1

Tableau 05 : Corrélation des bandes de l'image TM 2008

En analysant le **tableau 05**, les canaux TM1 et TM2 sont très corrélés (98%) donc, on choisit un des deux.

Le canal TM4 est choisi car il possède une corrélation minimale avec TM1 d'où ce dernier est sélectionné. Maintenant, il nous reste le choix entre TM2 et TM3.Puisque le canal TM2 est très corrélé avec celui du TM1 qu'on a choisi donc, notre choix se porte bien sur le canal TM3.Finalement, les bandes choisies sont : TM1, TM3 et TM4.

c. La composition colorées des images TM et SENTINELLE :

Les images enregistrées par le satellite de télédétection d'observation de la Terre ne sont pas comme des photos ordinaires. Ils se présentent à l'origine sous la forme de valeurs reflétant la mesure du rayonnement émis par des parties fondamentales de la surface terrestre dans différentes bandes spectrales.

Pour obtenir une substitution visible de ces valeurs numériques, une implémentation de composant coloré est souvent utilisée.

C'est le résultat d'une synthèse de couleur additive entre trois principes de base : le rouge, le vert et le bleu.

Les composantes colorées de notre image ont été générées. Sortie d'une superposition de trois canaux TM1, TM3, TM4 pour TM 1987, TM1, TM3, TM4 pour les images TM2008 et canaux B03, B08, B02 pour l'image focale 2 avec respectivement une fausse couleur spécifiée.

Cette composition de couleur est proche de la couleur naturelle, qui sera utilisée pour le placement des échantillons pour extraire les points d'appui.

d. Classification des images : (carte d'occupation du sol) :

Un aspect du traitement d'images dans lequel des décisions quantitatives sont prises sur la base des données contenues dans l'image, des pixels ou des régions de l'image dans différents types de couverture végétale.

Le résultat de l'étape de classification peut être considéré comme une carte thématique plutôt que comme une image. Sa précision est généralement évaluée à l'aide de l'aspect traitement matriciel.

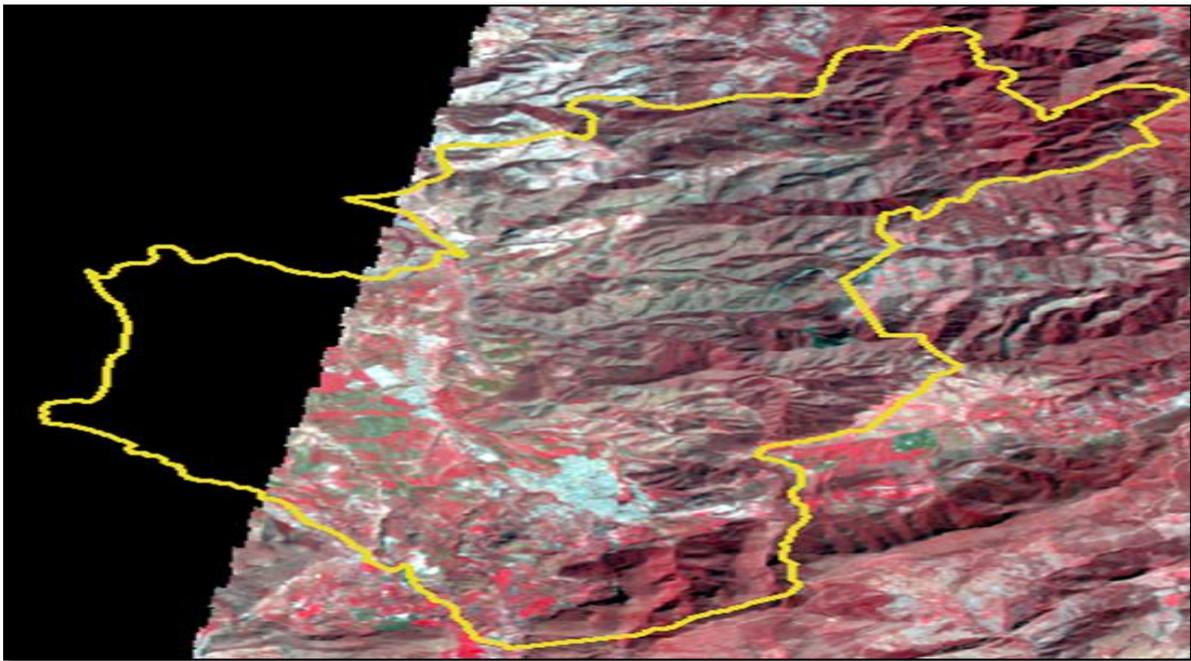


Figure 09 : Composition colorée de la fenêtre d'étude de l'image TM (1987).

Les techniques de classification peuvent être divisées en deux : contrôlée et non contrôlée. Dans la classification dirigée, des informations sur les types de couvre-sol dans une ou plusieurs parties l'image sont utilisées pour lancer le processus.

Des exemples sont utilisés pour "entraîner" le processus de reconnaissance d'autres pixels similaires. Dans une classification non gérée, l'image entière est d'abord par clustering pour trouver des classes distinctes de pixels en son sein. Une fois cette étape terminée, les classes présentes dans l'image sont associées à des classes présentes au sol par comparaison avec des données d'entraînement.

En substance, par conséquent, la classification supervisée oblige la classification d'image à correspondre à des classes couvre-sol définies par l'utilisateur, mais ne garantit pas que les classes seront séparables ; alors que la classification non supervisée oblige les classes à être séparables mais ne garantissent pas qu'elles correspondent aux classes de couverture du sol requises par l'utilisateur.

Contrairement à la classification supervisée, la classification non supervisée est relativement facile à entreprendre. Sa mise en œuvre peut être très rapide, grâce à une intervention humaine minimale requise lors de la classification.

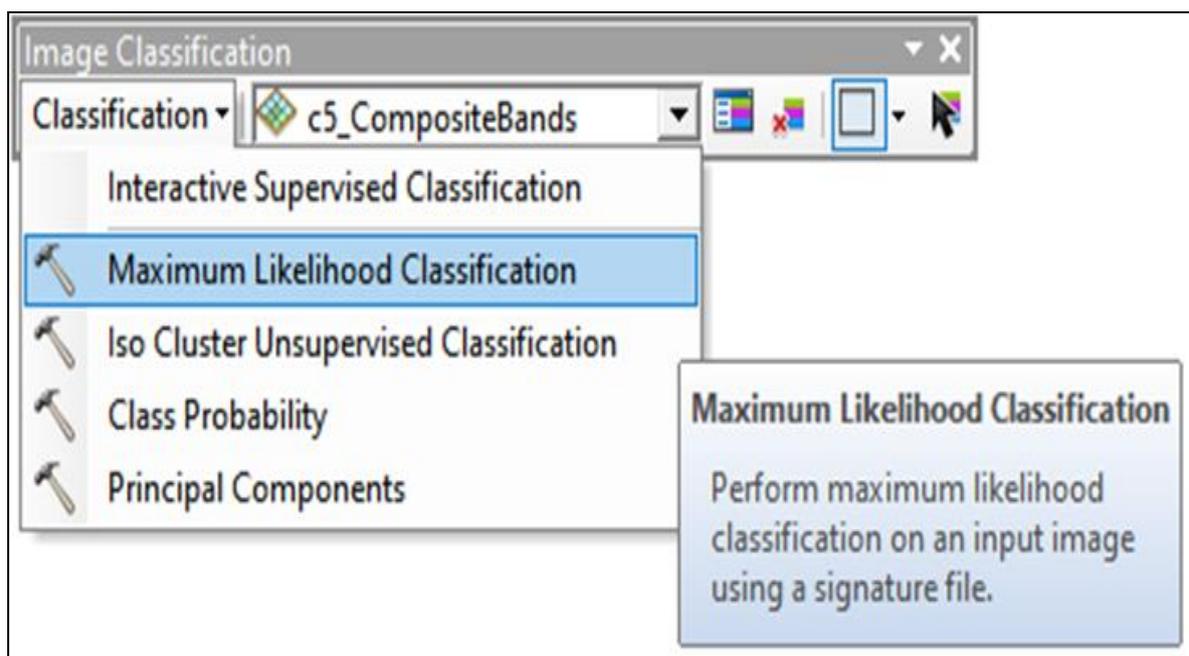


Figure 10 : Fenêtre de classification d'image.

Un résultat rapide peut être généré en quelques secondes. Cependant, les résultats de la classification non supervisée sont simplement des amas spectraux qui ne correspondent pas nécessairement aux classes d'information sur le terrain.

En raison de cette limitation, la classification non supervisée n'est pas considérée aussi utile et donc peu utilisé. L'exception est lorsque la scène a une structure plutôt

simpliste ou la classe d'information d'intérêt a ses propres propriétés spectrales uniques, telles que les zones affectées par inondations, zones brûlées par les incendies et zones déboisées.

ID	Class Name	Value	Color	Count
1	urbain	1		34
2	Sol nu	2		28
3	Agriculture	3		43
4	Foret	4		94

Figure 11 : Fenêtre de classification des zones.

Id	gridcode	casf	superficie_ha_
1	2	Terrain agricole	3993.746
3	1	Foret	1936.082
5	5	Urbain	465.9341
9	3	Sol Nu	2149.93

Figure 12 : Fenêtre de classification des zones selon la superficie.

La carte d'occupation du sol pour chaque année a été réalisée par la méthode de classification non supervisée afin d'obtenir le maximum de classes et ensuite les combiner par observation et comparaison jusqu'à la satisfaction en terme de pertinence. Toutes les classes abstraites ont été combinées et affectées dans les 4 classes présentant les occupations existantes dans le terrain (Tissu urbain, Agriculture, forêt, Sol nu).

Après la classification le logiciel ArcGIS permet le calcul des surfaces de ces occupations, Ce qui facilite considérablement la détection des changements et l'évolution du territoire.

Conclusion

Bien que la classification des images soit principalement effectuée automatiquement par l'ordinateur dans l'environnement numérique, l'intervention humaine, soit avant la classification ou pendant la post classification, joue encore un rôle indispensable dans son succès, même si cette intervention est nettement réduite par rapport à l'interprétation manuelle. La réussite de la classification des images est impossible à réaliser sans que l'analyste remplisse les trois exigences suivantes :

- Tout d'abord, l'analyste doit être familier avec le sujet à l'étude. Par exemple, la cartographie de la végétation au niveau d'espèce est mieux fait par un botaniste. Si ce n'est pas faisable, au moins l'analyste devrait être compétent en botanique afin de produire une carte de végétation convaincante.
- Deuxièmement, l'analyste doit connaître la zone géographique à l'étude, y compris ses paramètres physiographiques et l'arrière-plan informations relatives au thème à l'étude.

Enfin, l'analyste doit avoir une bonne compréhension de la données télé détectées utilisées, telles que leur résolution spatiale, nombre de bandes spectrales et leurs plages de longueurs d'onde, et temps et date d'acquisition. De plus, l'analyste doit posséder des compétences en interprétation de photos.

A travers cette étude, on a développé une méthodologie qui permet d'atteindre les objectifs souhaités (réalisation d'une carte d'occupation du sol, détecter les changements qui

caractérisent cette cartographie). Cette démarche repose sur un ensemble d'étapes utilisant des outils de traitement des images et d'analyse spatiale du SIG.

Chapitre III

Matériel *et* *Méthode*

Introduction

La télédétection est un ensemble de techniques et de méthodes qui permettent des observations à des distances de la surface de la Terre, d'autres planètes, à partir de vecteurs dans l'atmosphère, ou en utilisant les propriétés d'émission et de réflexion du rayonnement électromagnétique (DOUETTE, 2001). Ce dernier fournit des informations sur le paysage sous forme de données d'images à l'aide d'un rayonnement électromagnétique qui véhicule ces informations.

C'est une technique qui permet, à l'aide d'un capteur, « d'observer » et d'enregistrer un rayonnement électromagnétique, émis par ou par n'importe quelle cible sans contact direct avec le capteur.

Le traitement et l'analyse des informations véhiculées par le log permettent d'accéder à certaines propriétés de cette cible qui sont géométriques, optiques et physico-chimiques etc.... (SOUDANI. K, 2005)

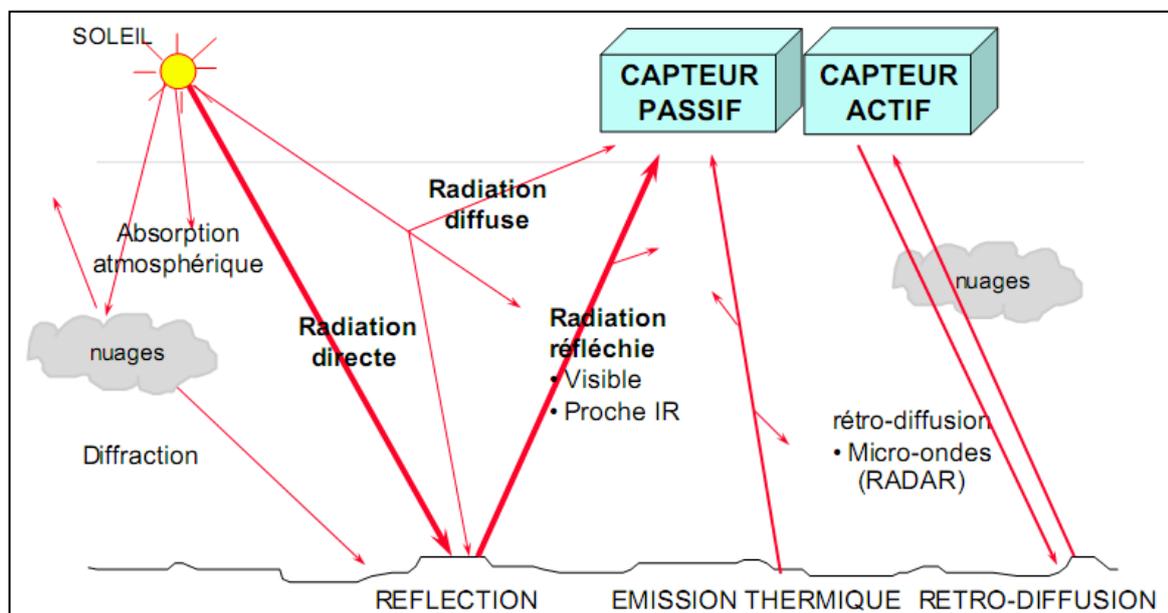


Figure 13 : Principe d'un système de télédétection (IGN, 2008).

L'étude présente porte sur les méthodes d'identification et de cartographie de l'occupation des sols à partir des images satellitaires (Sentinel 2 et Landsat 5) dans la commune de Nedroma.

Le but de notre travail est l'élaboration des cartes d'occupation du sol en fonction du temps. A cet effet, notre approche est basée sur l'acquisition des images satellitaires de différentes périodes 1987-1998 ;1998-2008 et 2008-2021 pour cartographier des formations végétales et forestières ainsi que les extensions urbaines de notre zone d'étude s'appuient surtout sur l'analyse et l'exploitation des données fournies par l'image satellitaire Sentinel-2 de 2008 et celle de TM de Landsat 5 de 1987 et 1998.

1. Méthodologie

L'approche méthodologique concerne la mise au point de la méthodologie appliquée pour la réalisation de la carte d'occupation du sol dans la région de Nedroma. Dans notre cas, un type d'approche complémentaire : S'appuyant sur le traitement des images satellitaires, prises de différentes dates, a été employée dans le but de faire caractériser les changements du milieu. Le résultat de traitement de données permet d'aboutir à une cartographie aussi bien de l'évolution spatiale des divers processus que leurs traits essentiels

La méthodologie du processus de classification que nous proposons suit les étapes suivantes :

- Le référencement des images satellitaires.
- L'extraction de la fenêtre d'étude.
- Le choix des canaux.
- La classification des images.
- Le Prétraitement des données : consiste à corriger géométriquement les deux images **TM** (1987,2008) de Landsat par rapport à l'image **sentinelle** (2019) permettant de travailler dans un même référentiel.
- La classification des images par la méthode de la photo-interprétation.
- Le calcul des superficies des classes des deux images classées et estimation du taux de changement entre les deux dates.

En outre, l'intérêt des images satellites peut être mesuré par une comparaison entre l'apport fourni par les images et celui donné par l'ensemble des autres documents disponibles. L'intérêt de cette partie est de montrer la méthode adoptée pour analyser les données de bases à savoir :

- ✓ Le traitement des images satellitaires pour réaliser la classification.
- ✓ La validation des classes avec les relevés de terrain.
- ✓ Intégration des données dans l'outil SIG.
- ✓ Cartographie des changements multi dates.

Ainsi, la Figure suivante montre l'aspect méthodologique et traitement adoptés pour la réalisation de l'analyse de changement urbains et rurale de la région de Nedroma.

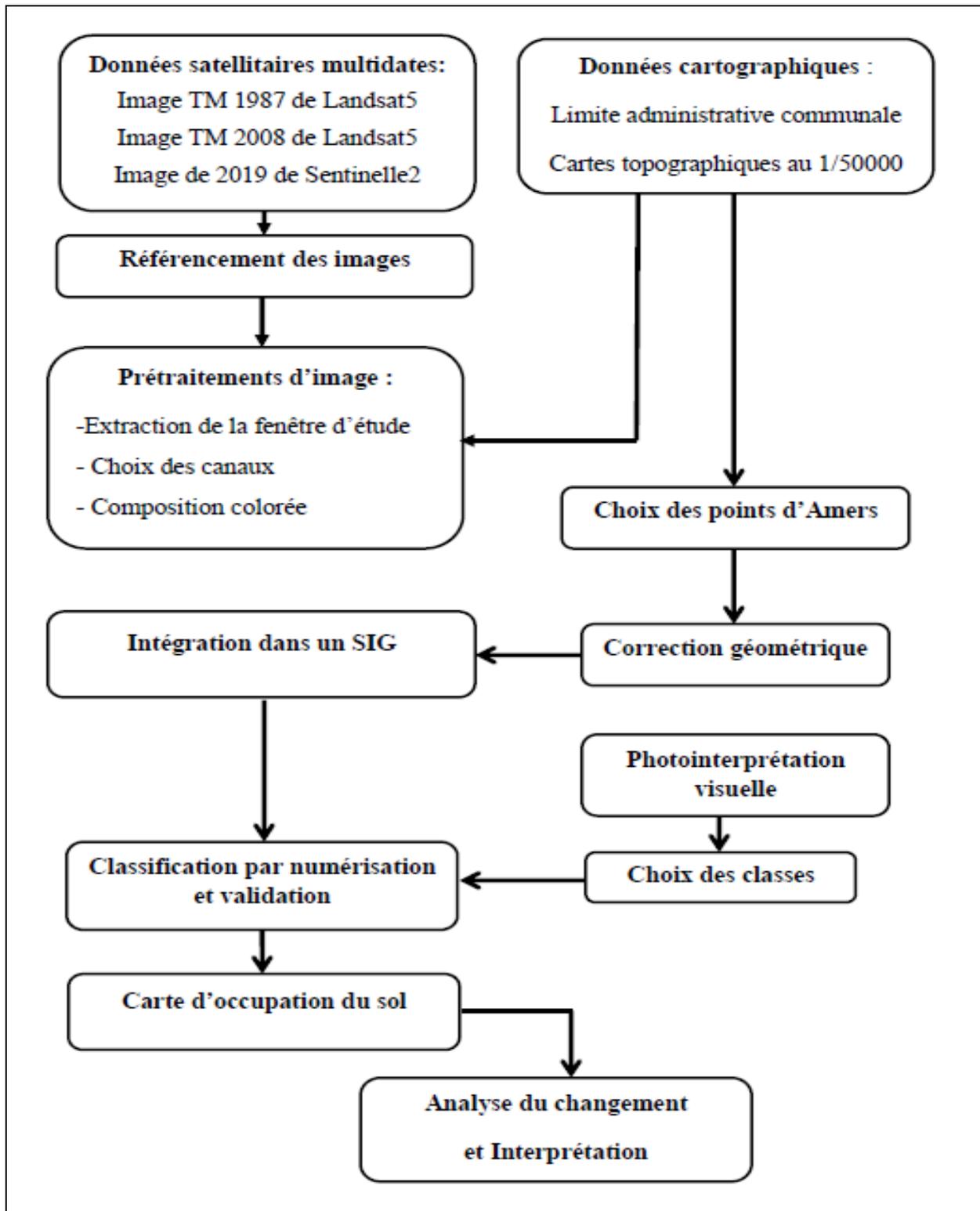


Figure 14 : Approche Méthodologique.

2. L'intérêt de l'utilisation de l'imagerie satellitaire

Aujourd'hui, les images satellitaires constituent un outil important dans la cartographie de l'occupation du sol et la dynamique urbaine, elles sont descriptives et apportent une information spatiale et spectrale permettant la caractérisation des objets dans une large bande spectrale. L'interprétation visuelle ou automatique permet d'identifier des objets et d'extraire de l'information (HASSANI, 2017).

Le processus d'interprétation, qu'il soit intuitif ou automatisé, transforme les données contenues dans une image en informations associées à une localisation géographique. Ceci permet d'utiliser ces données de télédétection dans la gestion des ressources en les combinant avec des thématiques pluridisciplinaires et des sources multiples. C'est dans cette intégration de données que le potentiel de croissance des applications de télédétection est le plus important.

Les images satellites sont riches de toutes sortes d'informations. Les informations obtenues à partir des images satellites permettent non seulement la création et la mise à jour de cartes, mais aussi l'analyse de divers aspects du territoire.

Les images satellites ne sont souvent pas aussi précises que les photographies aériennes, mais elles couvrent de vastes zones permettant une analyse régionale.

En ce sens, le traitement effectué est spécifique à l'occupation du sol et la végétation doit être mise en évidence (Guennouni & Nahnouh, 2020).

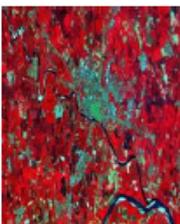
Exemple de l' image	Résolution spatiale(m)	Bandesspectrales	Date d' acquisition	Taille de la scène (Km)	Heuredeprise de vue	Format
<p>Image Sentinel2</p> 	10 x 10	PAN :0.49-0.89 µm MS : 4 canaux B2 :0.49 µm(bleu) B3 :0.56 µm (vert) B4 :0.66 µm (rouge) B8 :0.89 µm (proche infrarouge)	06 /05/2019	109.8x109.8	10h50mn	JP2
<p>Image TMdeLandsat5</p> 	30 x 30	PAN :0.45-0.90 µm MS : 4canaux TM1 :0.45µm(bleu) TM2 :0.52µm(vert) TM3 :0.60 µm (rouge) TM4 : 0.76µm (proche infrarouge)	03/06/1987 25/04/2008	232 x 209	10h02mn 10h27mn	GeoTIFF

Tableau 06 : Caractéristiques des images satellitaires utilisées.

a. Le capteur Sentinel-2 :

Sentinelle-2 est une mission d'imagerie multi spectrale à haute résolution dont l'objectif est la surveillance des terres, y compris la végétation, le sol et les zones côtières. C'existe en deux satellites jumeaux ; Sentinel-2A a été lancé le 23 juin 2015 et Sentinel-2B a été lancé en Mars 2017.

Ils ont une durée de vie prévue est de sept ans, et les satellites S2C et S2D destinés à remplacer la première génération sont déjà en construction (Investissement rentables sur long terme) ,sous un objectif de fournir aux pays européens des données complètes et actualisées leur permettant d'assurer le contrôle et la surveillance de l'environnement ; l'observation de l'évolution de la végétation, de l'occupation des sols, ainsi que l'impact du réchauffement climatique (FLETCHER, 2012).

Les satellites jumeaux voleront l'un vers l'autre sur la même orbite et seront conçus pour fournir de l'altitude. L'altitude orbitale moyenne des satellites est de 786 km pour laquelle ils acquerront des données sur des zones terrestres et comprenant des îles, la mer Méditerranée, des avions intérieurs et des mers fermées. Le multi spectromètre qu'ils utilisent collecte passivement la lumière réfléchi par la terre.

Le faisceau lumineux incident est ensuite scindé en deux ensembles différents, l'un pour les bandes visible et NIR et l'autre pour l'infrarouge à ondes courtes (SWIR). Les résolutions spatiales et spectrales élevées des satellites Sentinel sont d'un grand intérêt, car leur combinaison donne l'avantage le plus important qu'ils ont sur les satellites du patrimoine. Pour être plus précis, Sentinel-2A, déjà en orbite, en utilisant comme décrit un capteur MSI, mesure le rayonnement réfléchi de la terre dans 13 bandes spectrales, s'étendant du visible et du NIR au SWIR. La résolution spatiale des bandes, c'est-à-dire le détail d'une image photographique visible à l'œil humain, varie de 10 à 60 m (Gatti A. & Bertolini , 2015) :

- ❖ 4 bandes à 10 m : bleu (490 nm), vert (560 nm), rouge (665 nm) et NIR (842 nm).
- ❖ 6 bandes à 20 m : 4 bandes étroites pour la caractérisation de la végétation (705nm, 740nm, 783) nm et 865 nm.
- ❖ 2 bandes SWIR plus grandes (1610 nm et 2190 nm), pour la détection de la neige, de la glace, des nuages ou évaluation du stress lié à l'humidité de la végétation 3 bandes à 60 m pour le criblage des nuages et les corrections atmosphériques (443 nm pour les aérosols, 945 pour la vapeur d'eau et 1375 nm pour la détection de cirrus).

Sentinel-2				
Résolution spatiale	Bandes	Centre(nm)	Largeur(nm)	Résolution temporelle
10m	B2	490	65	5 jours
	B3	560	35	
	B4	665	30	
	B8	842	115	
20m	B5	705	15	
	B6	740	15	
	B7	783	20	
	B8a	865	20	
	B11	1610	90	
	B12	2190	180	
60m	B1	443	20	
	B9	945	20	
	B10	1375	30	

Tableau 07 : Description spectrale, spatiale et temporelle des bandes de Sentinel-2 (Guennoui & Nahnouh, 2020).

b. Le capteur Landsat 5 :

L’Earth Resource Technology Satellite Program utilise des satellites dont les noms ont été changés en LANDSAT de la NASA. LANDSAT 1, soumis le 22 juillet 1972, actif le 6 janvier 1978. LANDSAT 2, envoyé le 5 novembre 1975, a fonctionné le 27 juillet 1983, après quoi des anomalies affectant LANDSAT 3, publié le 5 mars 1978, n’avait aucune donnée après le 7 septembre 1983 en raison d’un scanner défectueux.

LANDSAT 4, sorti le 16 juillet 1982, ne transmet plus la MT depuis février 1983. Lancé le 1er mars 1984, LANDSAT 5 fonctionne sans problème. LANDSAT 6, lancé le 5 octobre 1993, s’est écrasé dans la mer lors du lancement.

LANDSAT 7 a été lancé avec succès le 15 1999 et a mis les données à disposition (M.C. & GIRARD , 1999).

Tous les satellites de la série LANDSAT sont des orbites héliosynchrones, subpolaires, d’altitude standard qui a changé de 917 705 km.

	Capteurs	Type	Altitude standard	Répétitivité
Landsat 1 à 3	RBV et MSS	héliosynchrones	917 km	16 jours
Landsat 4 à 5	MSS et TM	orbite	705 km	16 jours
Landsat 6 à 7	TM et ETM+	sub-polaire	705 km	16 jours

Tableau 08 : Caractéristiques des différents Capteur Landsat (M.C. & GIRARD , 1999).

Le capteur Landsat 5 a été lancé le 1er de 1984 et conçu et construit en collaboration avec Landsat 4.

Il se caractérise par :

- Résolution optique de 30 mètres.
- Les satellites passent tous les 16 jours sur le même point.
- Observer en lumière visible et infrarouge dans 7 spectres.

Survivant pendant trois ans, 5 a fourni des données mondiales de haute qualité sur la surface terrestre de la Terre pendant 28 ans et 10 mois, établissant officiellement un nouveau titre Guinness World pour « Elder Earth Observation Satellite ».

Landsat 5 TM				
Résolution spatiale	Bandes	Centre (µm)	Utilisation	Résolution temporelle
30m	TM1	0.45-0.52	Différenciation sol/végétaux, zones côtières	16 jours
	TM2	0.52-0.60	Végétation	
	TM3	0.63-0.69	Différenciation des espèces végétales	
	TM4	0.76-0.90	Biomasse	
	TM5	1.55-1.75	Différenciation neige /nuage	
	TM7	2.08-2.35	Lithologie	
120m	TM6	10.40-12.50	Thermique	

Tableau 09 : Description spectrale, spatiale et temporelle des bandes de Landsat 5.

3. Matériels et logiciels utilisés

a. Le logiciel ENVI :

ENVI (Environment For Visualizing Images) est un logiciel pour lire des images et des données géo spatiales numériques et de nombreuses autres images satellites avec une très bonne image et une analyse d'images de différentes tailles et dimensions.

Le logiciel ENVI est développé par des scientifiques actuellement engagés dans la recherche en télédétection.

Ce qui fait de lui un produit en développement perpétuel et qu'il soit ainsi enrichi par des fonctions multiples relatives à des problèmes et des thématiques variés.

La force de ce logiciel réside dans son approche du traitement d'images qui combine les techniques de et avec des fonctions interactives.

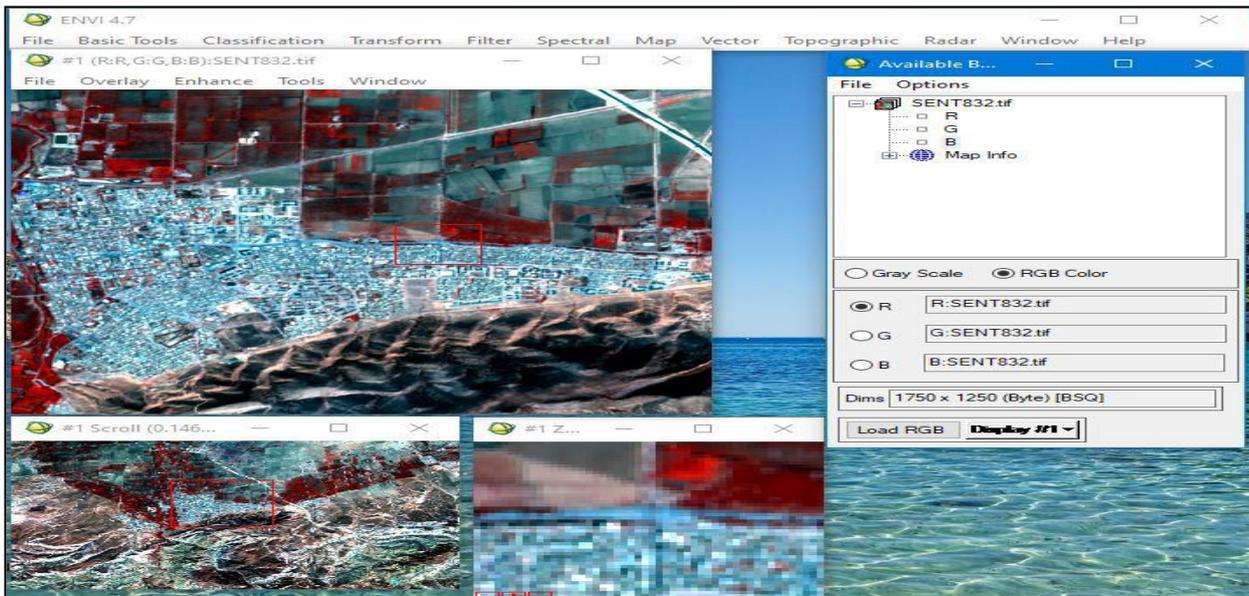


Figure 15 : Visualisation d'une image satellitaire sous ENVI 4.7.

Chaque bande est stockée dans une liste puis elle peut être traitée par toutes les fonctions du système, lorsqu'une image est ouverte.

En revanche, si plusieurs fichiers sont ouverts en même temps, vous pouvez sélectionner les bandes à traiter. ENVI affiche ces bandes en 8 ou 24 bits. Son groupe de fenêtres d'affichage se compose de trois niveaux (Normal image Windows, zoom Windows, et scroll Windows).

Cela permet de multiples superpositions, facilitant ainsi la disposition des images dans différentes fenêtres d'affichage. Une nouvelle façon de visualiser les données à un niveau élevé grâce à Extranet et liant spatialement/spectrale les données multi bandes et hyper paramétriques à l'utilisateur.

ENVI fournit également des outils interactifs pour la visualisation et la visualisation des données SIG vectorielles et d'attributs. ENVI inclut toutes les fonctions de base pour le traitement d'image.

Comme les outils d'analyse spectrale, les transformations de filtres, les classificateurs et les corrections géométriques. Le logiciel ENVI ne limite pas le nombre de bandes à traiter, c'est pourquoi ses outils sont utilisés pour des données multi spectrales et super paramètre II y compris, certaines permettant l'analyse de données radar. Nous utilisons la version 4.7 de ce logiciel.

b. L'outil Google Earth Pro :

L'outil Google Earth Pro est un logiciel développé par la société Google, classée en Système d'Information Géographique. Ce logiciel permet de visualiser la Terre avec une collection d'images aériennes et satellitaires.

Ainsi, il permet à tout utilisateur de survoler et de zoomer sur un emplacement de son choix. Selon la zone géographique, les informations disponibles sont moins précises.

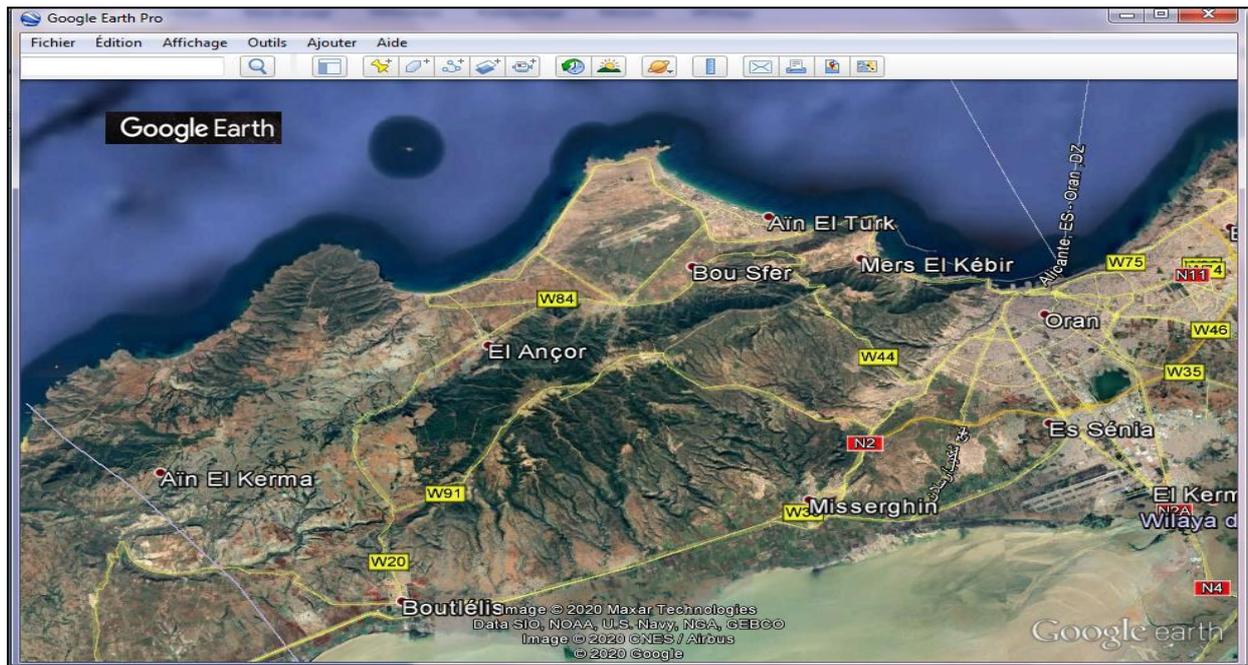


Figure 16 : Google Earth Pro.

c. L'outil SIG- Map Info :

Map Info Professional est un logiciel appartenant à Geographic Information. Il est publié par Pitney Bowes Insight Company et distribué dans le monde entier.

Cet outil fournit un certain nombre de fonctions telles que la gestion des données géographiques disponibles, la représentation des données dans n'importe quel format et la diffusion de ces cartes. Par conséquent, il est utilisé pour créer et exploiter vos propres géographies et les échanger.

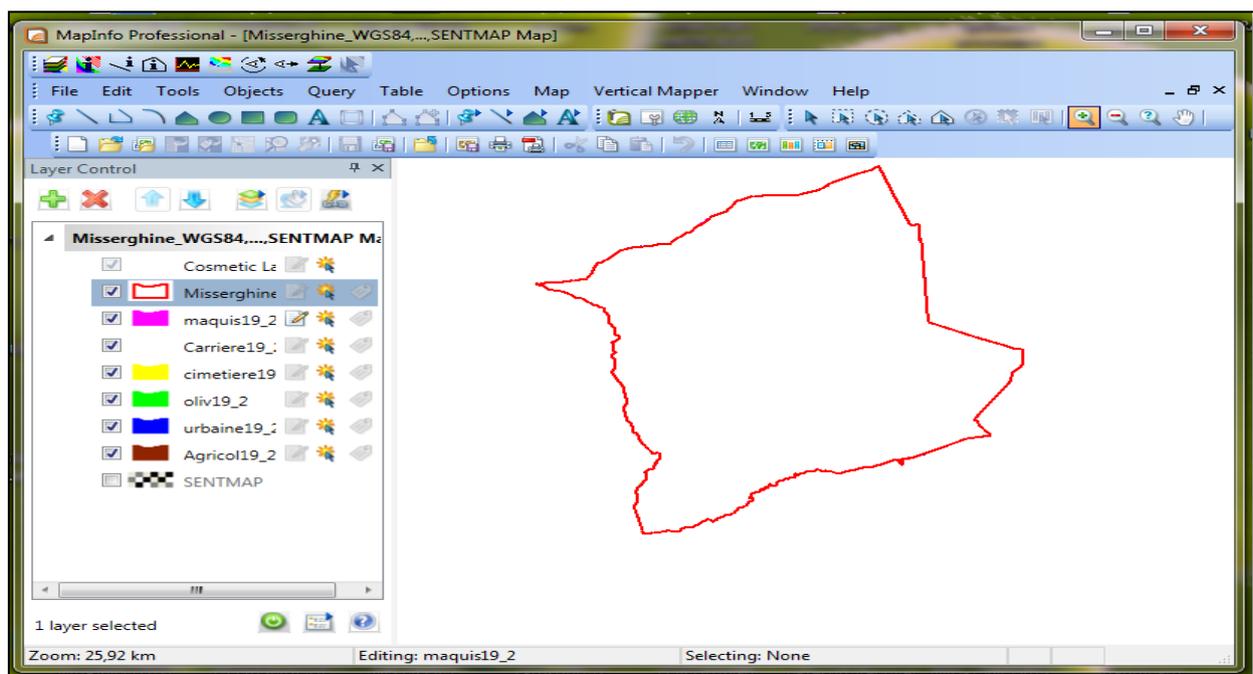


Figure 17 : SIG-Map Info.

d. Logiciel ArcGIS :

Le logiciel ArcGIS est un logiciel d'information géographique développé par la société américaine ESRI. L'application utilisée ici est principalement GIS Office. Grâce à sa boîte à outils, Spatial Analyst, des outils sont disponibles afin de créer, compiler et modifier les différents fichiers sur lesquels nous travaillons.

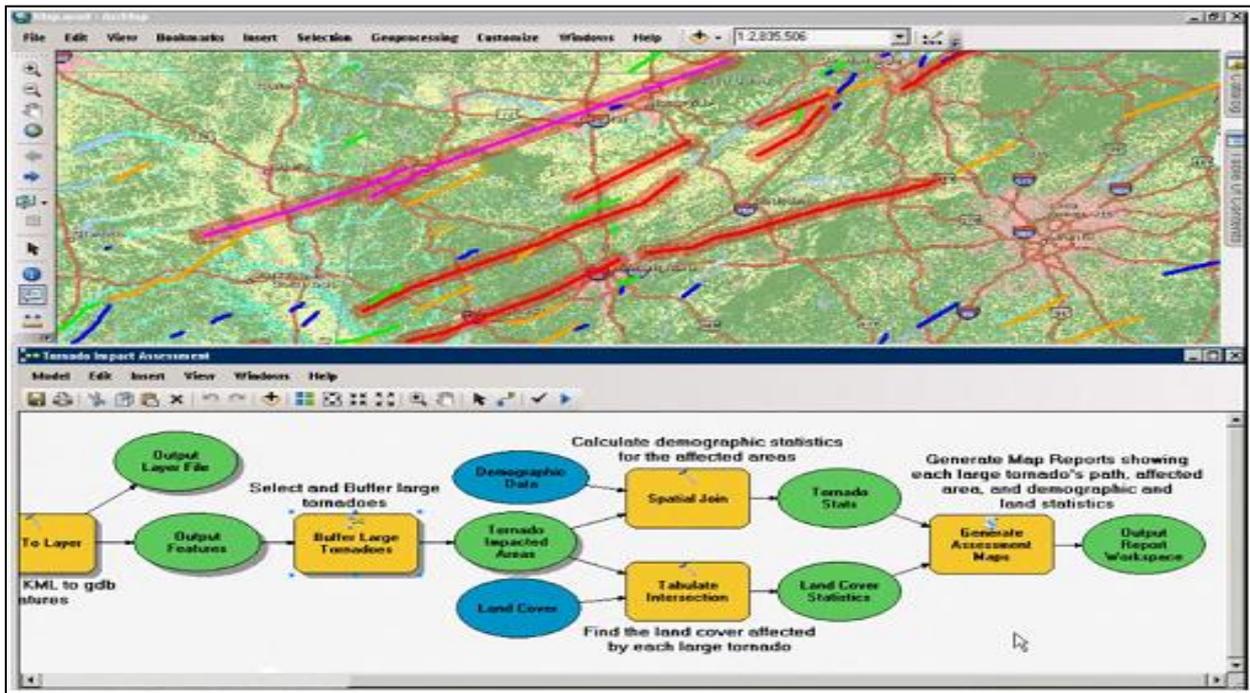


Figure 18 : Logiciel ArcGIS.

Conclusion

Aujourd'hui, les données de télédétection sont combinées avec d'autres données géographiques géo référencées et converties en informations géographiques exploitables.

Ainsi, ces deux domaines sont pleinement intégrés dans l'ensemble de la Science de l'Information Géographique.

Par la suite, le changement de l'occupation du sol était observable grâce aux cartes topographiques plus ou moins anciennes, la matérialisation de ce dernier peut être aujourd'hui grandement facilitée par l'utilisation de la télédétection qui fera l'objet du chapitre suivant.

Chapitre IV

RESULTS

ET

Interprétations

Introduction

La recherche sur l'utilisation des terres est un objectif particulier pour évaluer les interactions homme-environnement. Par conséquent, les informations provenant de l'analyse de l'utilisation des terres sont toujours utiles pour déterminer des stratégies appropriées de gestion de l'utilisation des terres. Plusieurs méthodes y ont été imaginées et appliquées avec plus ou moins d'efficacité. Pour cela, l'analyse diachronique et multi-journée des métiers est l'une des méthodes les plus utilisées, car c'est une méthode qui prend également en compte la distribution spatiale des changements (Soro G., 2014).

Dans le chapitre actuel, nous allons créer une carte des classes d'intérêt à partir des données numériques pour détecter les changements dans l'utilisation des terres de Nedroma entre 1987,2008 et 2021.

1. Traitement statistique des données et mise en évidence des changements

Ces changements se produisent sur tout l'intervalle de temps (de 1987 à 2020) détecté en comparant les résultats de la classification des images satellites, la comparaison des unités d'occupation des sols de trois cartes. La détection des changements survenus dans l'ensemble en la périodisation se fait en comparant les résultats de la classification des images, comparaison des unités d'occupation du sol des trois cartes.

A cet effet, le taux d'expansion spatiale annuel moyen, déterminé par comparaison entre les données et les résultats de la classification des images satellitaires.

a. Taux moyen annuel d'expansion spatiale :

Des changements à l'échelle mondiale ont été identifiés dans les zones de différentes unités d'occupation des terres au cours de la période. Les trois phases que nous avons identifiées sont : (1987-2008), (2008-2021) et la période (1987-2021).

Une analyse approfondie basée sur l'évaluation des changements survenus dans chaque unité professionnelle effectuée séparément se fait par le calcul du taux hebdomadaire moyen. L'unité professionnelle est effectuée séparément La distinction est faite en calculant le taux d'expansion spatiale annuel moyen, utilisé dans les études de changement d'utilisation (Mama V J, 2003).

Ce taux de variation est estimé à partir du Bernier couramment utilisé pour mesurer la croissance macroéconomique entre deux périodes données.

La formule se présente comme suit :

$$TC = \frac{\ln S_2 - \ln S_1}{(t_2 - t_1) * \ln e} * 100$$

Avec S1 la surface d'une classe d'unité de surface à la date t1 , S2 la superficie de la même classe d'unité de surface à la date t2 , ln le logarithme népérien , e la base des logarithmes népériens(e =2,71828).

L'analyse du ratio des valeurs modifiées montre que les valeurs positives indiquent une valeur "progressive" et les valeurs négatives une "régressive". Une valeur proche de zéro indique que la classe est relativement "stable".

b. Résultats cartographiques et interprétation :

L'interprétation des images Landsat et sentinelles permet de se référer aux cartes d'occupation des sols de 1987, 2008 et 2021.

➤ Occupation des sols pour l'année 1987

De la lecture statistique du tableau et les figures 14 et 15 illustrent les surfaces d'occupation du sol de l'image de 1987, nous avons les commentaires suivants :

<u>Classe</u>	<u>Superficie</u>	
	(ha)	%
Sol nu	3704,147	51
Foret	649,1689	9
T. Agricole	2524,081	35
Urbain	341,7567	5
Totale	7219,1536	100

Tableau 10 : Superficies des classes d'occupation du sol de l'image 1987.

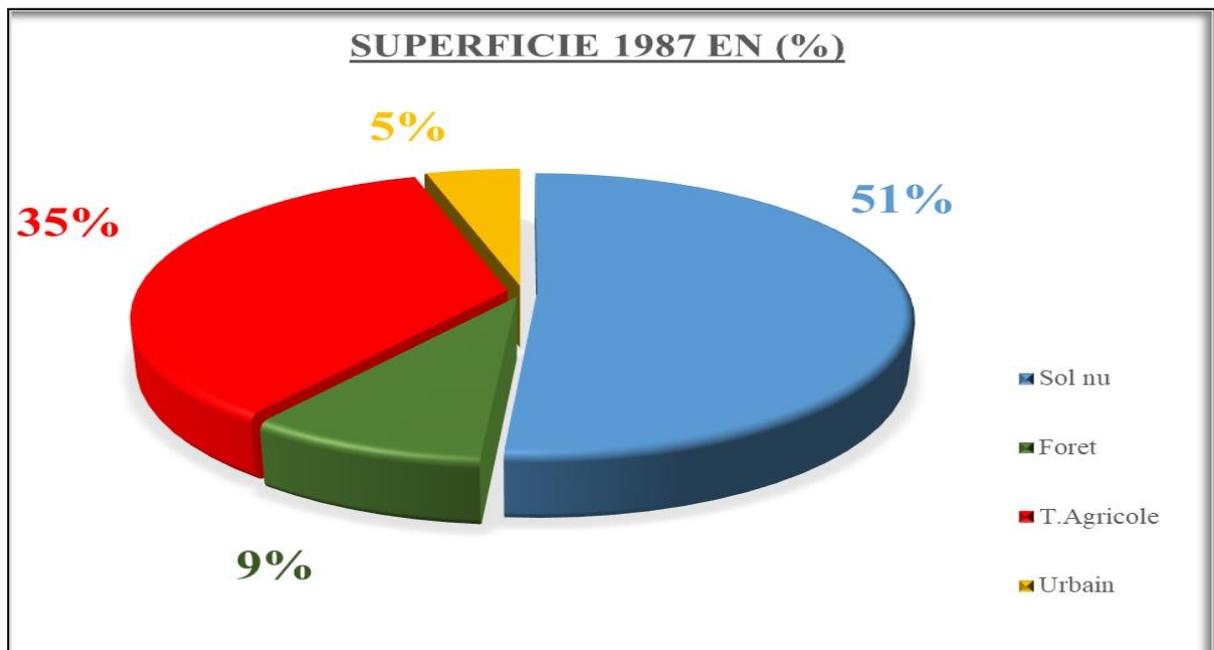


Figure 19 : La répartition spatiale des classes d'occupation du sol de l'image 1987.

La plus grande surface est occupée par les sols nu avec une étendu estimée à 3704,147 ha soit 51 % de la totalité de la zone d'étude, répartie sur la totalité de notre zone d'étude. En deuxième position, les terrains agricoles avec une surface totale de 2524,081 ha, soit 35 % répartis spatialement sur la totalité de notre zone d'étude. Ensuite, la classe de Foret occupe une surface de 649,1689 ha. En dernier, la classe urbaine qui ne représente que 05 %, et une superficie de 341,7567.

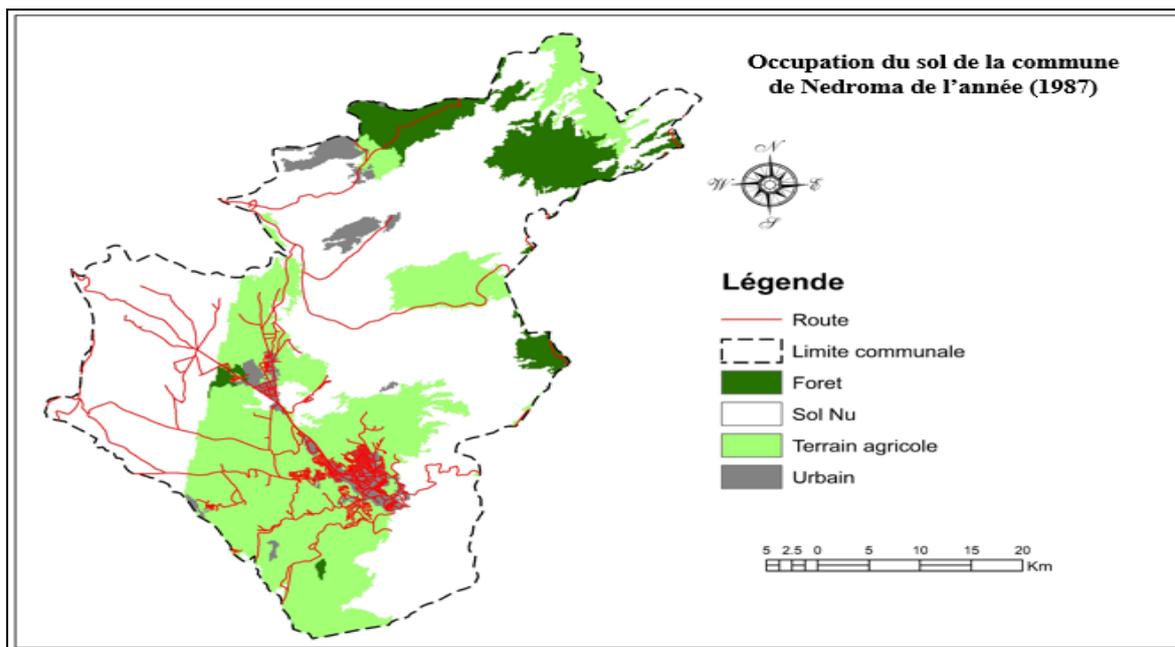


Figure 20 : Carte d'occupation du sol de la commune de Nedroma de l'année 1987.

➤ Occupation des sols pour l'année 2008 :

La situation des caractéristiques d'occupation du sol dans l'image globale de 2008 est presque la même qu'en 1987, la différence fondamentale de l'image de 2008 réside dans la progression ou la régression de ces caractéristiques au même qu'en 1987. L'analyse de la classification des images de 2008 aboutit au tableau 11 et à la figure 22 et permet de déterminer les observations suivantes :

<u>Classe</u>	<u>Superficie</u>	
	(ha)	%
Sol nu	2149,93	25
Foret	1936,082	23
T. Agricole	3993,746	47
Urbain	465,9341	5
Totale	8545,6921	100

Tableau 11 : Superficies des classes d'occupation du sol de l'image 2008.

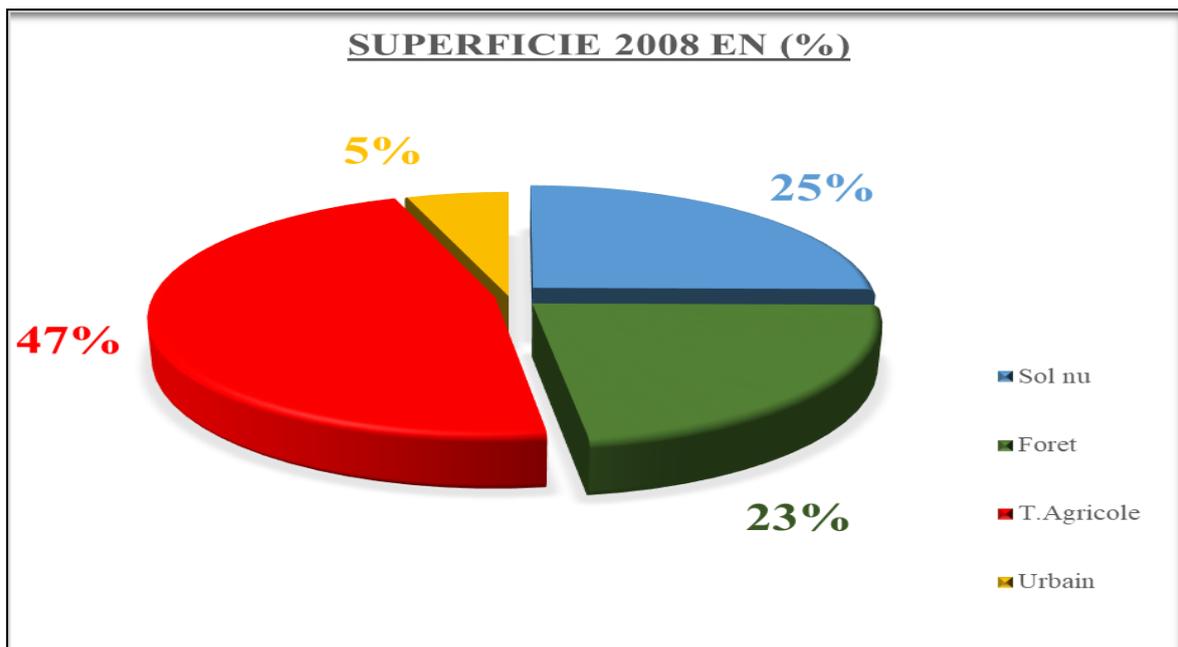


Figure 21 : La répartition spatiale des classes d'occupation du sol de l'image 2008

Cette fois, les terres agricoles occupent la plus grande partie de notre zone d'étude. Leur superficie est estimée à 3993746 hectares soit 47% de la superficie totale étudiée. Viennent ensuite les terres nues 25%.

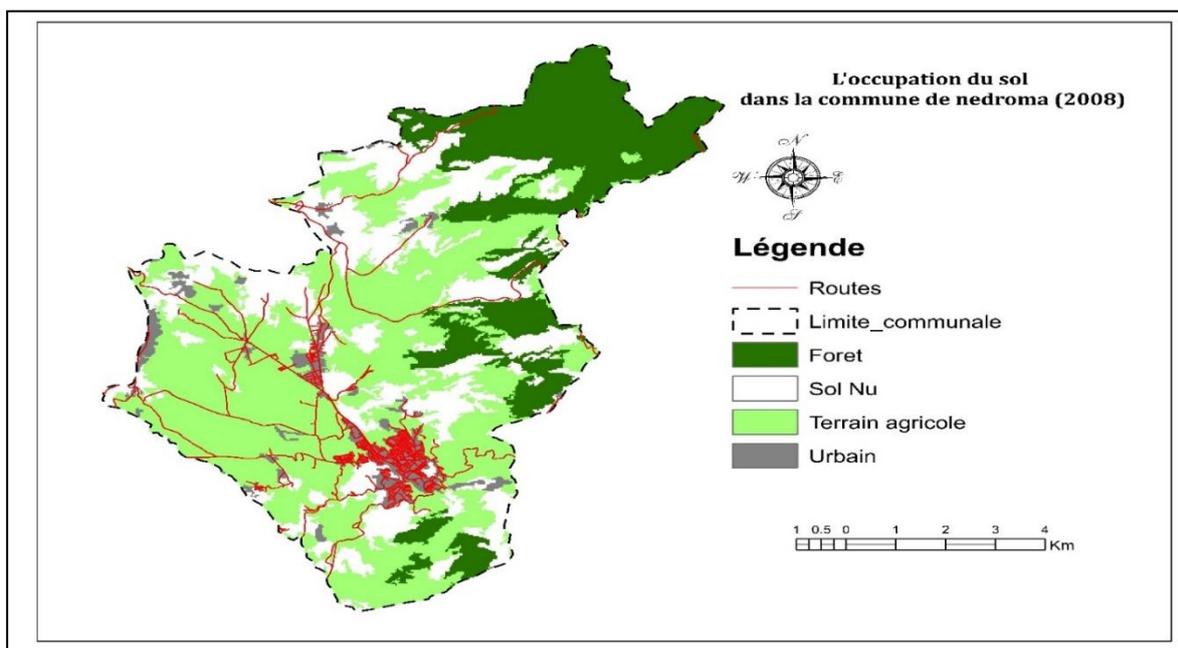


Figure 22 : Carte d'occupation du sol de la commune de Nedroma de l'année 2008.

➤ Occupation des sols pour l'année 2021 :

En analysant les résultats de la classification des images en 2019 dans le tableau 12 et la figure 24 et 25, nous nous permettons d'identifier les résultats :

<u>Classe</u>	<u>Superficie</u>	
	(ha)	%
Sol nu	252,3517	3
Foret	2151,454	25
T. Agricole	5385,789	63
Urbain	757,2769	9
Totale	8546,8716	100

Tableau 12 : Superficies des classes d'occupation du sol de l'image 2021.

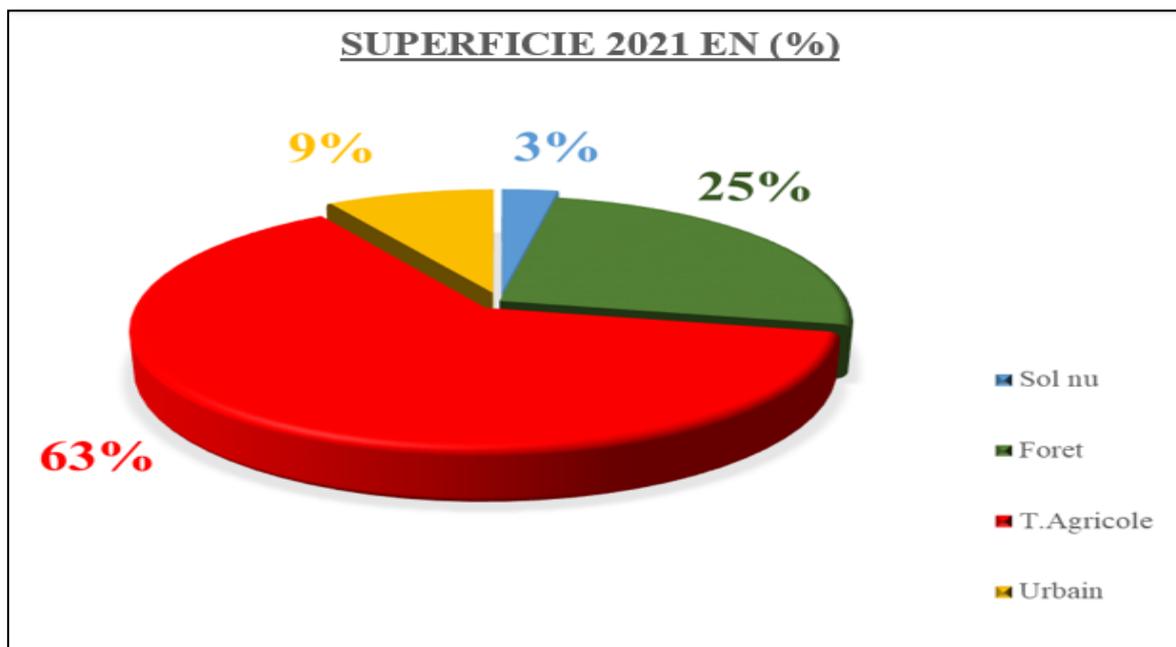


Figure 23 : La répartition spatiale des classes d'occupation du sol de l'image 2021.

Les terres agricoles occupent toujours la superficie la plus importante avec 5385,789 ha soit 63%. La forêt en deuxième position avec une étendue de 2151,454 ha soit 25 %, toujours dominé par la zone urbaine avec 9% .En fin, les sols nus avec 3% .

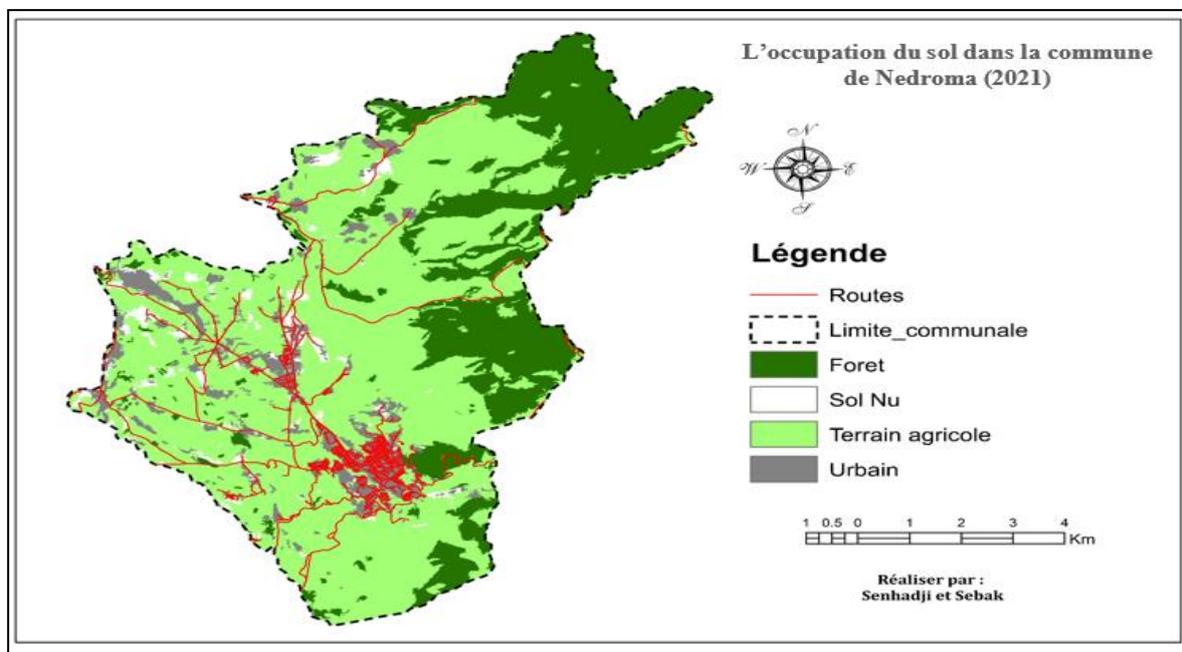


Figure 24 : Carte d'occupation du sol de la commune de Nedroma de l'année 2021.

2. Analyse de l'évolution de l'occupation du sol

Un bilan de l'évolution de l'occupation des sols permet de mettre en évidence les changements intervenus entre les périodes : (1987-2008, 2008-2021, 1987-2021).

De plus, le taux d'expansion spatiale annuel moyen et le changement sont calculés sur la base de ces unités.

a. Calcul des changements :

Le tableau 13 récapitule les différents calculs statistiques sur l'évolution des types d'occupation des sols établis pour chaque date à partir de laquelle les calculs de changement de surface ont été effectués entre les dates d'établissement du régime. Nos vues d'images sont exprimées en hectares et en pourcentages.

<u>Classes</u>	<u>Evolutions</u>					
	1987 / 2008		2008 / 2020		1987 / 2020	
	ha	Tc (%)	ha	Tc (%)	ha	Tc (%)
Foret	1286,9131	97	-466,417	-2	820,496	37
T. Agricole	-1392,043	6	1392,043	69	2861,71	44
Urbain	124,1774	3	291,3428	52	415,52	34
Sol nu	-1554,217	-6	-1897,578	-19	-3451,8	-15
Totale	-1535,17	100	-680,6095	100	645,929	100

Tableau 13 : Taux de changement des classes d'occupation du sol entre 1987, 2008 et 2021.

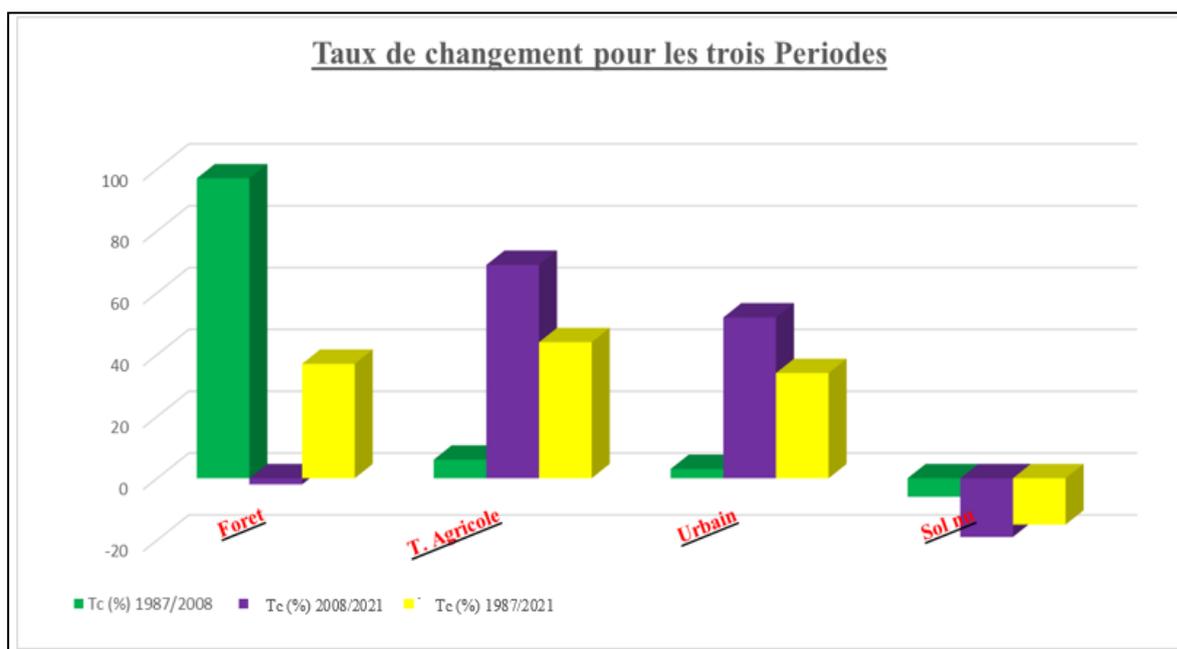


Figure 25 : Histogramme du taux de changement des classes d'occupation du sol de 1987 à 2021.

b. Analyse de l'évolution (1987-2008-2021) :

Basant sur le tableau 13 et l'historgramme de la figure 25, la cartographie montre une augmentation de la superposition des couches et de la régression pour d'autres. Le phénomène d'étalement urbain ne se produirait pas aujourd'hui sans beaucoup d'impact. Ce dernier s'avère

d'autant plus préoccupant qu'il a des impacts négatifs sur les plans économique, social et environnemental et cela implique des coûts financiers importants en fonction des politiques et programmes agricoles différenciés par l'Etat au cours des dernières décennies.

D'une part, l'étalement urbain pose un réel problème dans la mesure où les nouvelles constructions résultent de l'empiètement de l'espace agricole dans les territoires périurbains, le développement urbain à un impact à tous les niveaux économiques, environnementaux et de biodiversité.

Selon l'analyse des résultats, il y a une augmentation des zones urbaines, entre les années où la superficie des zones est passée de 341,7567 ha en 1987 à 465 9341 en 2008 avec un taux de variation de 03 % (Tableau 13).

En revanche, au cours de la période, la surface a augmenté de 52%, pour atteindre la superficie totale en hectare d'ici 2021, avec un taux de croissance de 34% au cours de la période d'observation.

D'autre part, la superficie des terrains agricoles sont aussi en état de croissances important dans la période de 2008/2021 avec un taux de changement de 69% et une superficie de 1392,043 ha. Contrairement pour les zones forestières dont elles sont diminuées à un pourcentage de -2% dans cette période, après une surface de 1286,9131 ha en 1987/2008.

En dernier, la surface des sols nus a diminuée précisément dans la période de 2008/2021 avec -1897,578 ha.

c. L'évolution des autres classes :

Entre 1987 et 2008

Les valeurs positives des taux révèlent une augmentation des superficies comme c'est le cas pour les forêts avec un taux de 97% (*Tableau 13*).

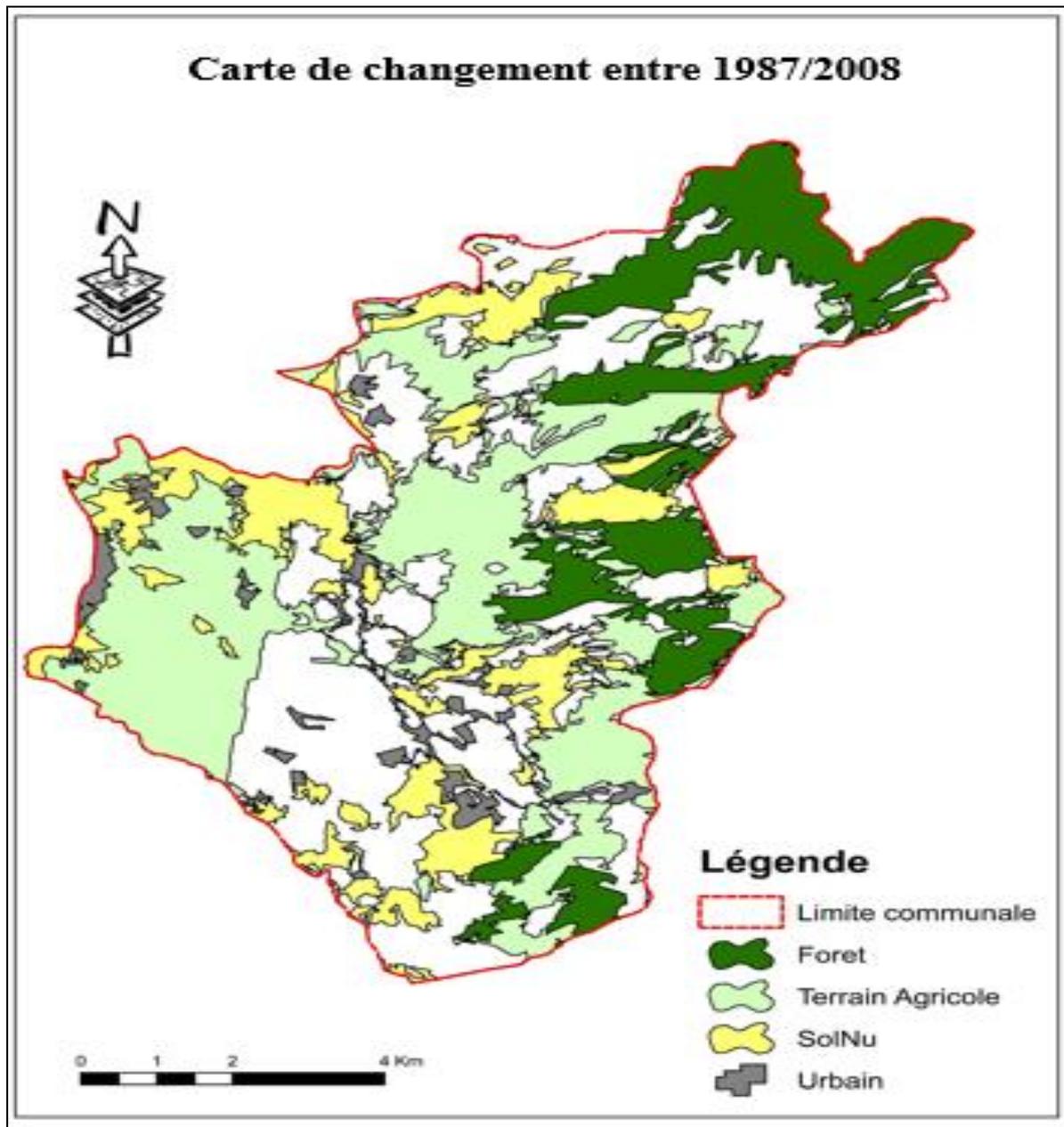


Figure 26 : Carte des changements entre 1987 /2008

Tandis que les valeurs négatives indiquent que durant cette même période, les superficies des unités d'occupation des terres telles que les sols nus sont régressé respectivement de -06 %.

Entre 2008 et 2021

Pour cette période le **tableau 13** ainsi que l'histogramme de la **figure 25** indiquent des diminutions annuelles de -2% et -19% respectivement pour les surfaces des forêts et sol nu.

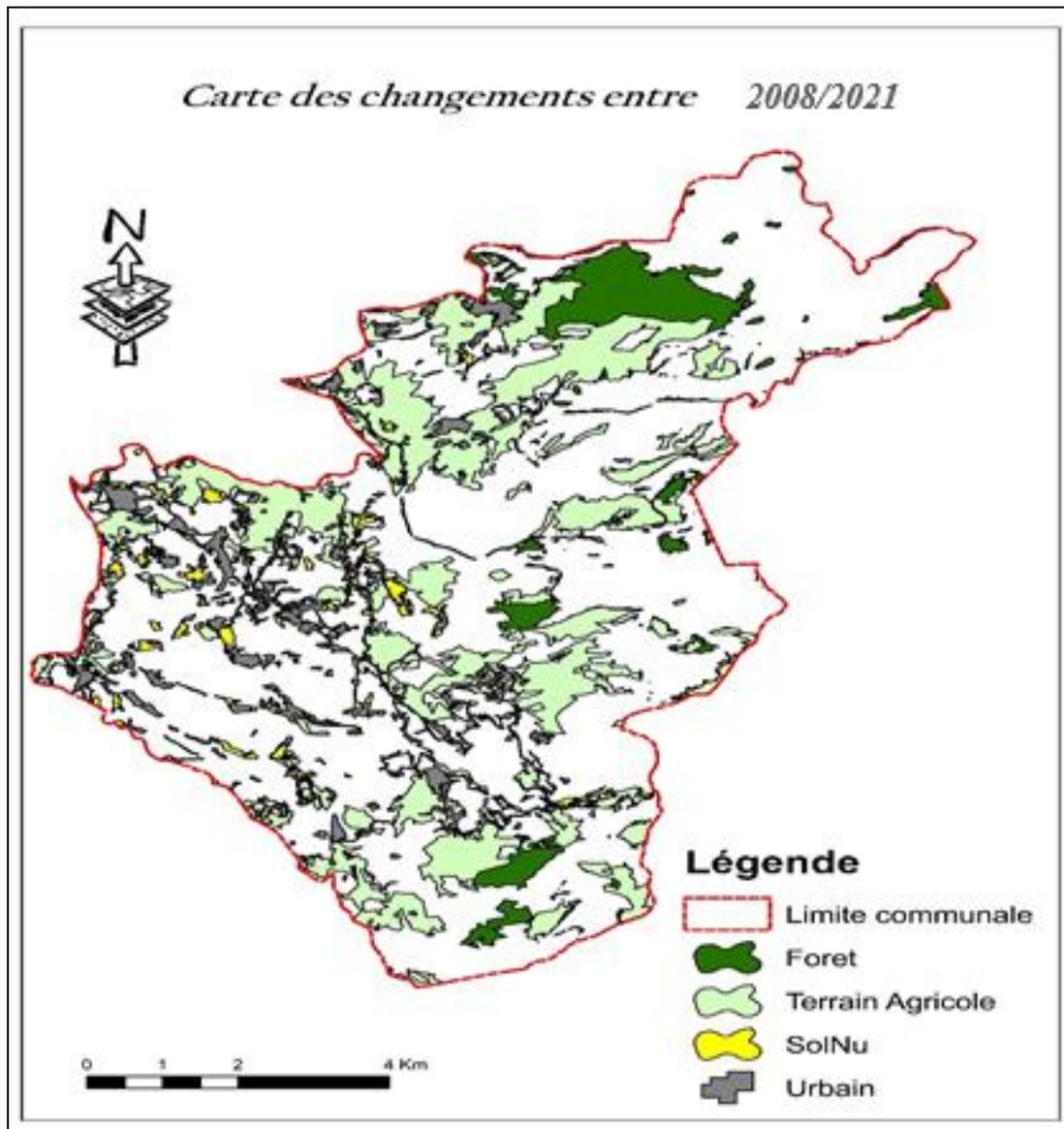


Figure 27 : Carte des changements entre 2008 /2021.

Bien que l'augmentation moyenne annuelle des superficies de l'urbain et des terrains agricoles observées, a conduit à une diminution remarquable des superficies des forêts et sol nu qui passent respectivement de -02%, et de -19%.

Entre 1987 et 2021

D'après les résultats les terrains agricoles qui occupaient durant cette période 2524,081 ha en 1987 sont passés à 5385,789 ha en 2021 ce qui équivaut un accroissement de 44%.

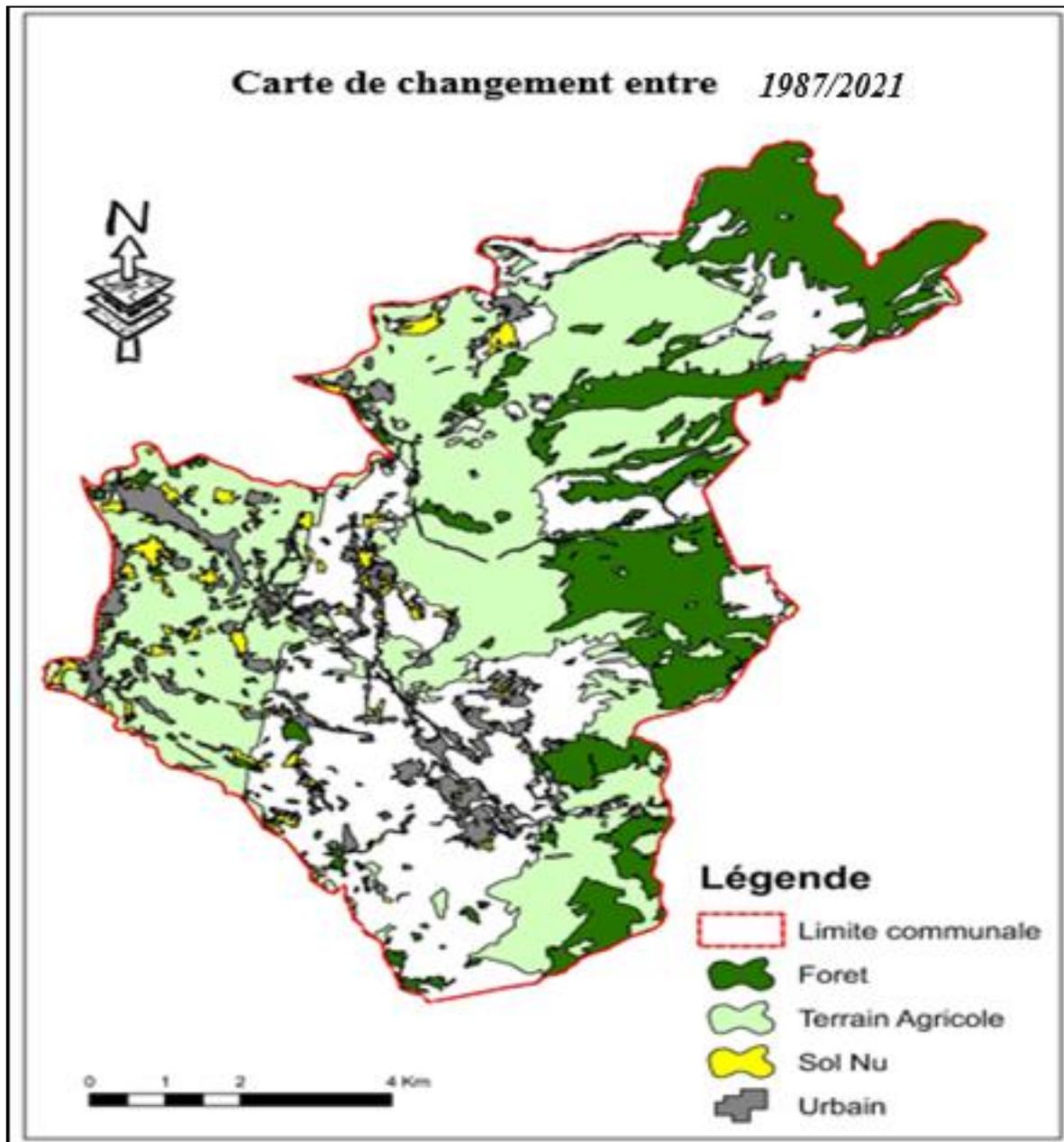


Figure 28 : Carte des changements entre 1987 /2021.

Les superficies de la classe des forêts ainsi que celle du sol nu sont passées respectivement de 649,1689 ha, 2151,454 ha en 1987 et à 3704,147 ha et 252,3517 ha en 2021.

Conclusion

L'aménagement du paysage est lié aux hommes et aux différentes techniques développées pour exploiter les ressources, il est donc nécessaire d'effectuer un suivi à travers les cartes d'occupation des sols comme outil essentiel pour la planification des plans d'aménagement et d'aménagement du territoire pour mieux comprendre l'aménagement de l'environnement.

Le traitement des images satellites restantes est une étape essentielle dans l'étude et l'interprétation des données brutes obtenues par télédétection. Cependant, cette approche est encore compliquée et incertaine car elle repose sur des lois statistiques pures ou l'utilisateur a besoin de tout un studio de maths pour pouvoir obtenir des résultats raisonnables et fiables.

Dans cette étude, il convient de noter que l'extraction de cartes topographiques et le traitement d'images ont été autorisés, d'abord l'obtention de cartes d'occupation en 1987, 2008 et 2020, puis l'évolution du paysage entre ces années.

En effet, l'année 1987 permet de se faire une idée globale de l'occupation du sol à une époque lointaine, tout en reflétant avec plus de précision l'occupation actuelle du territoire.

Alors que, la période de 2008-2020 a vécu une progression dans l'agriculture et le développement urbain.



Conclusion Générale

Conclusion Générale

Nedroma « ... représente l'Algérie comme un repère mémorable important, Elle incarne une civilisation algérienne précoloniale à laquelle elle a su résister... » Le développement de Nedroma ne s'est jamais concentré sur la réutilisation et le ré exploitation des friches existantes au sein de son tissu urbain, mais il a toujours favorisé la consommation des terrains vierges, agricoles et accessibles financièrement et physiquement), sans jamais se soucier de rechercher la cohérence entre planifications spatiales, déplacements, habitat et activités ce qui est en opposition directe avec le développement urbain durable.

L'apport de la télédétection dans la recherche sur l'acquisition foncière est devenu indéniable : les progrès technologiques font que l'on voit et décode de plus en plus d'informations à partir d'images satellites, ce qui est un atout pour la recherche. Etude des changements des sols dans la commune de Nedroma. En revanche, l'étude du changement en télédétection serait très sophistiquée sans systèmes d'information géographique requis pour divers traitements de post-classification pour formater les données pour une bonne image, ils permettent aussi de faire des analyses spatiales.

Dans ce travail, nous avons ciblé l'utilisation d'une série d'images satellitaires Sentinel-2 de 2021 et de TM Landsat 5 de 1987 et 2008, pour poursuivre l'analyse de la dynamique spatiale d'occupation des sols, partie intégrante de la commune de Nedroma-Tlemcen, a une diversité biophysique et socio-économique considérable, couvrant une superficie de 14 km².

Nous avons donc choisi de présenter nos enquêtes par la commune de Nedroma et outil de télédétection. Puis nous procédons à la présentation de notre domaine, où nous effectuons les investigations nécessaires à une industrie spatiale. Enfin, nous avons organisé les informations recueillies afin de dresser un état des lieux de notre cursus général. La télédétection spatiale permet de distinguer et de différencier les unités d'occupation des sols. Ces deux activités sont accompagnées d'une analyse sur place.

Les résultats obtenus montrent que notre zone d'étude offre une diversité écologique très importante liés au climat et aux alluvions artificielles. La combinaison de ces différents facteurs définit un complexe écologique complexe qui entrelace différentes unités naturelles caractérisées par une caractéristique physiologique très spécifique et continuellement active.

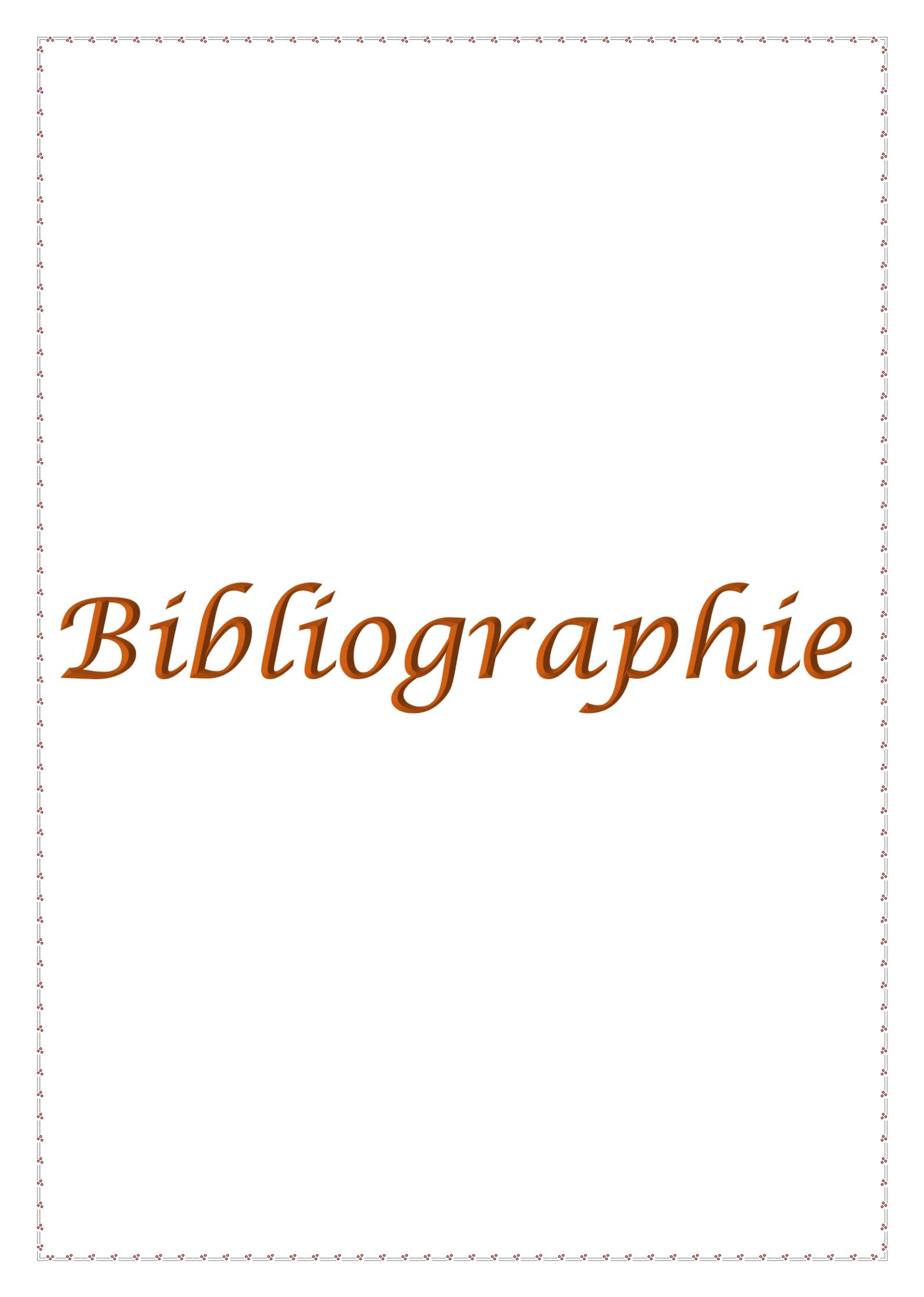
L'utilisation d'outils de télédétection géométrique et SIG ainsi que des relevés permettent l'identification de six de leurs unités naturelles.

Nos recherches permettent d'apporter des enseignements précieux sur la géo informatique dans le domaine de l'analyse et de la gestion de l'environnement. Ainsi, il apparaît comme une interface entre les chercheurs et les acteurs.

Ce sont des instruments de représentation d'une réalité, des phénomènes et des conditions dans lesquelles ils se produisent. Ils sont aussi des outils de dialogue entre partenaires de communication interdisciplinaires par des allers retours constants entre interprétation-hypothèse-confirmation. Les cartes thématiques sont grandement simplifiées grâce à l'outil géo informatique. Les bases de données peuvent être modifiées à volonté, permettant ainsi aux utilisateurs potentiels de faire un nombre considérable de modélisations grâce à la possibilité d'afficher les effets et d'estimer la significativité de chaque variable.

Dans cette étude, l'approche utilisée pour les traitements spatiaux des images des classes : Forêt ; sol nu ; terrains agricoles et zones urbaines..., a montré que la période entre 2008/2021 a vécu une progression importante des zones urbaines et des terrains agricoles en utilisant les sols nus. Néanmoins, la surface du forêt a augmenté grâce à la campagne de boisement.

En Conclusion, la commune de Nedroma est une commune algérienne en voie de développement dont elle est besoin d'entretien.



Bibliographie

Références

- ❖ **Bahr, H.-P. (2001).** Image segmentation for Change Detection in Urban Environments. Dans T. & Francis (Éd.), *Remote Sensing and Urban Analysis* (Vol. 06, pp. 96-113). London.
- ❖ **Burel, F. (1999).** *Ecologie du paysage*. Paru en no.
- ❖ **CERTU. (2005).** *Les bases de données géographiques sur l'occupation du sol : Descriptif de 06 bases de données*.
- ❖ **COMITAAS (1988).** Télédétection. Université de Sherbrooke.
- ❖ **DOUETTE, M. (2001).** Etude de la caractérisation des paysages à l'échelle régionale. 117. Mémoire d'Ingénieur en Agronomie.
- ❖ **FLETCHER, K. (2012).** *Sentinel-2, ESA's Optical High-Resolution Mission for GMES Operational Services*. European Space Agency.
- ❖ **GALLICE-MATTI, C. (2005).** LA TÉLÉDÉTECTION POUR L'ANALYSE SPATIALE :APPLICATION AUX ESPACES PÉRIURBAINS DE LA RÉGION URBAINE DE LYON. L'UNIVERSITE DE FRIBOURG (Suisse).
- ❖ **Guennouni, S., & Nahnouh, i. (2020).** La cartographie et la caractérisation des. Oran, Géographie et Aménagement Du Territoire.
- ❖ **HASSANI, N. (2017).** Etude de l'évolution spatio-temporelle de la ville de Casablanca. Département de Géographie, site de Metz.
- ❖ **Mama V J, .. O. (2003).** Evaluation de la précision des traitements analogiques des images satellitaires dans l'étude de la dynamique de l'occupation du sol. Dans *Télédétection* (Vol. 3, pp. 429-441).

- ❖ **Naima, Y. (2015).** La Médina de Nédroma : Étude du vieux bâti. Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers / Université d'Oran 2.
- ❖ **Soro G., A. E. (2014).** Apport de la télédétection à la cartographie de l'évolution spatio-temporelle de la dynamique de l'occupation du sol dans la région des Lacs (Centre de la Côte d'Ivoire). Dans *Afrique SCIENCE* (Vol. 3, pp. 146-160).
- ❖ **SOUDANI. K. (2005).** Cours rédigé de télédétection. Introduction générale à la télédétection. Dans *ECOII* (p. 26). Paris Sud XI.

Webographie

- ❖ **Data, C. (2020, octobre 15).** *Climat Nedroma: Pluviométrie et Temperature moyenne de Nedroma.* www.climate-data.org
- ❖ **DAUTA, J. (s.d.).** www.universalis.fr/encyclopedie/plantes-medicinales
- ❖ **Gatti A., & Bertolini , A. (2015).** *Sentinel-2 Products Specification Document.* www.sentinel.esa.int/documents/247904/349490/
- ❖ **IGN. (2008).** *Applications de la télédétection dans l'étude de l'environnement.* Consulté le octobre 14, 2010, sur <http://www.ign.fr>
- ❖ **M.C., G., & GIRARD , C. (1999).** *Traitement des données de télédétection.* Paris: DUNOD.https://tice.agroparistech.fr/coursenligne/courses/TELEDETECTION/document/cours_teledection/LANDSAT.html

Résumé

Dans le cadre de l'étude de la gestion d'environnement, nous nous sommes intéressées d'étudier la situation stratégique de la commune de NEDROMA dont elle est considérée comme une ville algérienne traditionnelle en voie de développement.

L'objectif de cette étude était de cartographier avec des données multi-sources sur l'occupation du sol et de mesurer différentes tendances dans le développement du territoire de Nedroma de l'année 1987 jusqu'en 2021.

L'approche utilisée dans cette étude est basée sur l'utilisation du traitement d'images satellitaires Landsat et Sentinel et du SIG. L'exploitation minière et l'imagerie satellitaire ont permis d'obtenir dans un premier temps trois cartes d'occupation du sol de 1987-2008-2021 et postérieures, pour analyser l'évolution du paysage entre les années.

Mots clés : Nedroma ; SIG ; Occupation du sol ; Développement ; Landsat ; Sentinelle ; Gestion d'environnement ; Evolution du paysage ; Traitement d'images satellitaires.

Abstract

As part of the study of environmental management, we were interested in studying the strategic location of NEDROMA town, which it is considered as a traditional Algerian city in the process of development.

The main objective of this study is to map land use through multi-source data and to measure the different trends in the evolution of the Nedroma territory between 1987 and 2021.

The approach used in this study is based on the use of Landsat and Sentinel satellite image processing and SIG. Mining and satellite imagery first made it possible to obtain three land use maps from 1987-2008-2021 and later, to analyze the evolution of the landscape between the years.

Keywords : Nedroma ; SIG ; land use ; development ; Landsat ; Sentinelle ; environmental management ; the evolution of the landscape ; processing of satellite images.

ملخص

وكجزء من دراسة التسيير البيئي، لقد اهتمنا بدراسة الموقع الاستراتيجي لبلدية ندرومة، التي تعتبر مدينة جزائرية تقليدية في طور التنمية. كان الهدف من هذه الدراسة هو رسم خريطة ببيانات متعددة المصادر عن استغلال الأراضي وقياس الاتجاهات المختلفة في تنمية إقليم ندرومة من عام 1987 حتى عام 2021

ويستند النهج المستخدم في هذه الدراسة إلى استخدام نظامي لاندسات وسنتينيل لمعالجة صور القمر الصناعي وتنظيم المعلومات الجغرافية.

أتاحت هذه الصور في البداية الحصول على ثلاث خرائط لاستخدام الأراضي في الفترة من 1987-2008-2021.....

الكلمات المفتاحية: ندرومة-استغلال الأراضي-لاندسات-سنتينيل-التسيير البيئي