



République algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
UNIVERSITE D'ORAN 2 MOHAMED BEN
AHMED



Mémoire:

De fin d'études pour l'obtention du diplôme de master

Faculté : Sciences de la Terre et de l'univers

Département : Géographie et Aménagement du Territoire

Spécialité : Géomatique

Intitulé du thème :

***La cartographie diachronique de l'occupation du sol
par une série temporelle d'images spatiales et du SIG.
Cas de la commune "El Amria "(Ain Temouchent).***

Présenté par : M^{elle} Moussaoui Nour El Houda

Mémoire soutenu devant l'honorable jury composé de :

Président : Mr. SOUIAH Sidahmed *MCB, Université d'Oran2*

Examineur : Mme. GOURINE Farida *MAA, Université d'Oran2*

Encadreur : Mr. SMAHI Zakaria *MCA, Université USTOMB*

Co-encadreur : Mr. BELMAHI M Nadir *MCB, Université d'Oran2*

Oran, 2021

REMERCIEMENTS

Je remercie Allah le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il m'a donnée durant toutes ces années d'études.

Mes vifs remerciements à monsieur SMAHI Zakaria d'avoir accepté de m'encadrer et pour ses conseils ainsi que sa disponibilité à chaque fois que je sollicite son aide.

De nombreuses personnes m'ont offert leur support tout au long de ma maîtrise et je tiens à prendre quelques instants pour les remercier. J'aimerais d'abord souligner l'aide inestimable de Mr DIDA Kamel, son soutien et ses encouragements, je tiens aussi à remercier mon co-encadreur Mr BELMAHI Med Nadir et Mr SOUIAH Sidahmed.

Je profite de l'occasion pour remercier sincèrement mes parents et mes amis pour avoir été présent lorsque j'en avais le plus besoin.

Mes remerciements Aux membres du jury qui ont honoré notre travail en l'examinant.

Merci pour votre aide inestimable, vos précieux conseils avisés m'ont été très utiles pour améliorer et développer mon esprit critique et scientifique.

DÉDICACES

Je dédie ce modeste travail a :

A mes parents. Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne cessent de me combler. Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.

A ceux qui j'aime beaucoup et qui m'ont soutenue tout au long de ce projet et à mes amis surtout.

Résumé :

La commune d'El Amria qui fait partie de la wilaya d'Ain Temouchent, une petite ville qui connaît une évolution de son occupation. Par conséquent, le phénomène de la tâche urbaine au profit des terrains agricoles s'accroît. L'objectif de notre étude consiste à détecter les changements de l'occupation du sol de la commune d'El Amria à partir de données satellitaires multi-dates et l'estimation générale de l'impact de ces changements sur l'activité agricole et urbaine. La méthode de comparaison diachronique de classifications a été utilisée. L'approche de classification par interprétation a été retenue. Ces résultats ont permis d'identifier le changement temporel et spatial de l'occupation du sol de la commune pour une période de 34 ans (de 1987 à 2021).

Mots clés : Télédétection, Occupation du sol, Traitement d'image, Classification, Cartographie.

ملخص:

بلدية العامرية التي تنتمي الى ولاية عين تموشنت، هذه المدينة تعرف نموا و تطورا في استخدام الاراضي ، إلا أن ظاهرة العمران على حساب الاراضي الفلاحية في تنامي مستمر. الهدف من هذه الدراسة هو الكشف عن تغيرات استخدام الاراضي في هذه المدينة باستخدام بيانات الاقمار الصناعية لمختلف التواريخ والتقدير الشامل لتأثير هذه التغيرات على النشاط الزراعي والحضري. تم الاعتماد على طريقة المقارنة في زمن محدد وقد تم استخدام منهج التصنيف بالإشراف. هذه النتائج سمحت بتحديد التغيرات الزمانية والمكانية في استخدام الاراضي على مستوى المدينة لمدة اربعة وثلاثون سنة (من 1987 الى 2021).

المصطلحات الأساسية: الاستشعار عن بعد، استخدام الأراضي، معالجة الصور، تصنيف الصور، رسم الخرائط.

Abstract :

The city of El Amria which is part of the wiaya of Ain Temouchent, a small town which is experiencing an evolution in its occupation. As a result, The phenomenon of the urban task in favor of agricultural land is accentuated. The objective of our study is to detect the changes of the land's use from multirate satellite data in addition to the general assessment of the impact of these changes on agricultural and urban activity. We used the method of diachronic comparison of classifications. Also we have chosen the classification with interpretation . These results made it possible to identify the temporal and spatial change of the land occupation of the city for a period of 34 years (1987 to 2021).

Keywords : Remote sensing, Land use, Image processing, Classification, Cartography.

Table des matières

Remerciements	2
Dédicaces	3
Résumé :	4
Liste des figures	7
Liste des tableaux	8
Introduction générale.....	9
Problématique et démarche méthodologique :	11
Chapitre I.....	13
« Description de la zone d'étude: la commune d'EL Amria».....	13
Caractéristiques générales	13
I.1. Introduction :	14
I.2.Cadre géographique général :	14
I.2.1. Contexte géographique d'AIN TEMOUCHENT :	14
I.2.2. Contexte morphologique :	15
I.2.3. Contexte Climatique :	16
I.3. Contexte géographique local :	18
I.3.1. Cadre géographique de la commune d'El Amria :	18
I.3.2. Contexte morphologique :	18
I.3.3. Contexte climatique :	21
I.3. 4. Contexte hydrographique :	22
I.3. 5. Contexte démographique :	24
I.4. Conclusion :	26
Chapitre II	27
« Description des outils et des données utilisées ».....	27
II.1. Introduction	28
II.2. Description des données utilisées :	29
II.2.1. Les données images :	29
II.2.2. Choix des images :	31
II.3. Description des outils utilisés :	32
II.4. Conclusion :	35
Chapitre III	36
« Cartographie de l'occupation : méthodologie et traitement des images »	36
III.1. Introduction	37
III.2. Prétraitement des images :	39

III.2.1. Le géoréférencement :	39
III.2.2. Extraction de la fenêtre d'étude :	39
III.3. Traitement des images :	41
III.3.1. Choix des canaux (analyse de corrélation).....	41
III.3.2. La composition colorée :	44
III.4. Intégration des images dans un SIG (la classification)	46
III.5. Conclusion.....	46
Chapitre IV	47
« Résultats et interprétation ».....	47
IV.1. Introduction	48
IV.2. Résultats et interprétation :	48
IV.3. Evolution de l'occupation du sol :	52
IV.3.1. Evolution de l'occupation entre 1987 et 2008 :	54
IV.3.2. Evolution de l'occupation entre 2008 et 2021 :	55
IV.3.3. Evolution de l'occupation entre 1987 et 2021 :	55
IV.4. Conclusion :	56
Conclusion générale	57
Bibliographie	58

Liste des figures

Figure 1. Carte de localisation de la wilaya d'Ain Temouchent.....	18
Figure 2.. Carte de localisation de la commune d'El Amria.....	21
Figure 3. Précipitations annuelles durant la période (2005-2019).....	22
Figure 4. : Températures moyennes annuelles durant la période (2005-2019).....	23
Figure 6. Carte réseau hydrographique de la commune d'El Amria.....	25
Figure 7. : Population et densité moyenne de la commune d'El Amria.....	26
Figure 8. : ENVI : logiciel utilisé pour traitements d'images.....	34
Figure 9. : MapInfo, logiciel utilisé pour la cartographie.....	35
Figure 10. : Google Earth Pro : la source de la donnée satellite.....	36
Figure 13. . L'extraction de la zone d'étude «El Amria » à partir d'image satellitaire	39
Figure 12. . Les limites administratives de la commune d'El Amria.....	41
Figure 14. Composition fausse couleur de trois bandes à l'aide d'ENVI 4.7.....	42
Figure 15. Carte de l'occupation du sol de la commune d'El Amria en 1987.....	50
Figure16. Carte de l'occupation du sol de la commune d'El Amria en 2008.....	51
Figure 17. Carte de l'occupation du sol de la commune d'El Amria en 2021.....	52
Figure 18. changement de superficie des classe de l'occupation du sol pendant (1987,2008, 2021).....	55

Liste des tableaux

Tableau. 1. Population et densité moyenne de la commune d'El Amria.....	26
Tableau. 2. Description spectrale, spatiale et temporelle des bandes de Landsat 5.....	31
Tableau. 3. Description spectrale, spatiale et temporelle des bandes de sentinel-2.....	32
Tableau. 4. Les caractéristiques des images satellitaires utilisées.....	33
Tableau 6. Corrélation des bandes de l'image TM 2008	43
Tableau 7. Corrélation des bandes de l'image Sentinel-2 2021	43
Tableau 5. Corrélation des bandes de l'image TM 1987.....	44
Tableau 9. Changement s de l'occupation du sol entre 1987,2008 et 2021.....	45
Tableau 8. Superficies des classes d'occupation du sol des images (1987,2008,2021).....	53
Tableau 9. Changement s de l'occupation du sol entre 1987,2008 et 2021.....	54

Introduction générale

A travers le temps, la planète connaît des changements globaux se caractérisent par des transformations liées aux surfaces terrestres dont l'élévation ou la diminution des contenus hydrique et aquatique, l'exploitation des surfaces agricoles, l'étalement urbain, le rasage forestier ou le reboisement...etc.

Cependant, la télédétection joue un rôle essentiel dans l'observation de ces transformations qui touchent la planète par l'acquisition des images spatiales qui permettent de caractériser et de cartographier ces ensembles des changements et produire des cartes représentatives comme les cartes d'occupation du sol.

Notre étude s'inscrit dans une analyse du changement de l'occupation du sol de la commune d'El Amria, qui a connaît des transformations survenus sur le milieu urbain et rural a partir des données satellitaires.

Les données satellites, à l'heure actuelle, deviennent un outil incontournable pour la planification et l'aménagement du territoire en raison de la périodicité des prises de vue et de résolutions spatiales de plus en plus performantes.les résolutions spatiales et temporelles jouent un rôle important dans l'identification des modifications de la surface terrestre **(Ridd et Liu,1998)**.

Le présent mémoire réalisé à partir de l'interprétation des images satellitaires est organisé en quatre chapitres :

- ✓ Le premier chapitre s'intéresse à la présentation de la zone d'étude et ses caractéristiques : (la localisation, le relief, le climat, l'hydrologie et la démographie).
- ✓ Le deuxième chapitre présente la discipline, les données et les différents outils utilisés et leur fonctionnement pour extraire l'information.
- ✓ Le troisième chapitre présente la méthodologie, et il explique les différentes étapes adoptées pour le traitement des images.
- ✓ Le quatrième chapitre est consacré à l'interprétation des résultats et la discussion sur les résultats statistique et cartographique obtenus.

Problématique et démarche méthodologique :

La télédétection spatiale est une discipline scientifique qui intègre un large éventail de compétences et de technologies utilisés pour l'observation, l'analyse et l'interprétation des phénomènes terrestres et atmosphériques. Ses principales sources sont les mesures et les images obtenues à l'aide de plateformes aériennes et spatiales. Comme son nom même l'indique, la télédétection est l'acquisition de l'information à distance

Les études sur le changement dans l'occupation et l'utilisation du sol sont d'une grande importance car ils permettent de connaître les tendances actuelles dans les processus de l'étalement urbain, et la perte de la biodiversité d'une région déterminée (Lambin et al. 2001). Néanmoins, pendant les dernières décennies, les activités humaines sont le principal déclencheur de la transformation des écosystèmes (Vitousek et al. 1997). La procédure la plus efficace pour mesurer le degré de changement de l'environnement est l'étude multi-date de la couverture végétale (Lambin et al. 2001; Vågen, 2006). C'est pourquoi, dans ce travail, nous proposons d'évaluer le changement récent de l'occupation du sol dans EL Amria à partir de l'analyse des données satellitaires.

La question cruciale de cette étude est « comment identifier et quantifier le changement spatio-temporel du paysage urbain et rurale à partir des données satellitaires ? »

La méthode utilisée dans le présent mémoire afin de déterminer les changements survenus à El Amria est : le traitement des images satellitaire multi-dates puis la cartographie de ces changements.

Parmi les méthodes de traitement des données de télédétection utilisées aujourd'hui, on distingue principalement les méthodes de classification. La cartographie de la couverture des sols est une application très répandue. De

nombreuses études ont été menées dans ce sens et sont disponibles dans la littérature. (Sparfel et al, 2008 ; Hoang et al, 2009 ; Achbun et al, 2011).

La classification est définie comme étant « une représentation abstraite de la situation sur le terrain en utilisant des critères de diagnostic bien définis : les classificateurs », mais aussi « l'ordonnement ou l'agencement des objets dans des groupes ou des ensembles sur la base de leurs relations » (Spécification technique de l'Observatoire du Sahara et du Sahel, 2014).

L'objectif de notre étude est la cartographie de l'évolution spatio-temporelle de l'occupation du sol dans la commune d'El Amria (w. Ain Temouchent) à partir des données de télédétection (images Landsat TM et Sentinel 2) sur la période (1987-2008-2021). Une analyse diachronique des données satellitaires a été réalisée et l'approche de la classification à partir des compositions colorées des bandes a été retenue en vue de la discrimination des classes.

La procédure de recherche de données peut se subdiviser en plusieurs parties. La première consiste à la recherche bibliographique, ainsi que le recueil des données (images, cartes,...) et les sites web et des statistiques auprès des administrations concernées. Et enfin une sortie sur le terrain afin de déterminer les classes de l'occupation du sol de notre zone d'intérêt.

Chapitre I

« Description de la zone d'étude: la commune d'EL Amria»

Caractéristiques générales

I.1. Introduction :

L'espace physique est le support sur lequel s'inscrivent toutes les actions de la société. Il représente des contraintes qui excluent un certain nombre d'activités et offre des potentialités plus ou moins grandes qui autorisent diverse possibilités. Alors, les aptitudes du milieu physique contribuent à l'orientation des interventions humaines.

L'étude de la topographie, le climat, la démographie, et les ressources hydriques de notre zone, nous permet de bien caractériser les mutations qui s'appuient sur notre zone d'étude.

I.2. Cadre géographique général :

I.2.1. Contexte géographique d'AIN TEMOUCHENT :

La wilaya d'AIN TEMOUCHENT se situe au Nord ouest algérien, elle occupe du point de vue géographique une situation privilégiée en raison de sa proximité par rapport à trois grandes villes à savoir: Oran au Nord Est (70 km du Chef lieu de la wilaya), Sidi Bel Abbès au Sud Est (70 km) et Tlemcen au Sud Ouest (75 km), ainsi qu'a sa façade maritime d'une longueur de 80 km, traversant huit communes: Beni Saf, Bouzedjar, Terga, Sidi Ben Adda, Oulhaca El Gherraba, Sidi Safi, Messaid, Ouled Kihel. La wilaya d'Aïn Temouchent s'étend sur une superficie de 237635 km². Son relief est constitué par les ensembles physiques suivants: La plaine de la M'leta. Le Sahel d'Oran (plateau de Guemra, les djebels Touila, Hammar et Touita). Les hautes collines de Berkeche. A noter que la Sebkhia d'Oran traverse deux communes de la wilaya à savoir El Amria et Hassi El Ghella.

I.2.2. Contexte morphologique :

Le relief de la Wilaya d'Ain Témouchent se compose de 03 unités d'aménagement définies dans le cadre du plan d'aménagement de la Wilaya à savoir :

a- Les plaines intérieures : Regroupent :

- La plaine d'AIN TEMOUCHENT - EL AMRIA : Constituée de plaines et coteaux, d'une altitude moyenne de 300 M
- La plaine de M'LETA : Qui se situe entre la SEBKHA d'ORAN et le versant septentrional du TESSALA, d'une altitude moyenne variant entre 50 et 100 M

b – La bande littorale : Qui fait partie de la chaîne tellienne et est composée :

- Du massif côtier de BENI SAF dont l'altitude moyenne est de 200 M. Le point culminant atteint 409 M à DJEBEL SKHOUNA
- Du plateau d'OULED BOUDJEMAA d'une altitude moyenne de 350 M légèrement incliné vers la SEBKHA.
- De la baie de BOUZEDJAR.

c – Zone montagneuse : Dont l'altitude moyenne varie de 400 à 500 M regroupe :

- Les TRARAS orientaux qui se caractérisent par un relief très abrupt
- Les hautes collines des BERKECHES qui se prolongent jusqu'aux monts de SEBAA - CHIOUKH constituant une barrière entre les plaines intérieures et le bassin de TLEMCEN.
- Les monts de TESSALA d'une altitude moyenne de 600 M, où le point culminant atteint 923 M à DJEBAL BOUHANECHÉ.

I.2.3. Contexte Climatique :

La Wilaya d'Ain Témouchent a un climat méditerranéen, caractérisé par un été chaud et un hiver tempéré.

La répartition moyenne des précipitations se présente comme suit :

- Le long du littoral une moyenne de 300 Mm/AN.
- Les plaines sublittorales : 400 à 500 Mm/AN.
- Les hauteurs de TESSALA : Plus de 500 Mm/AN.

La faiblesse et l'irrégularité des précipitations influent directement sur le milieu physique et l'activité économique basée essentiellement sur l'agriculture.

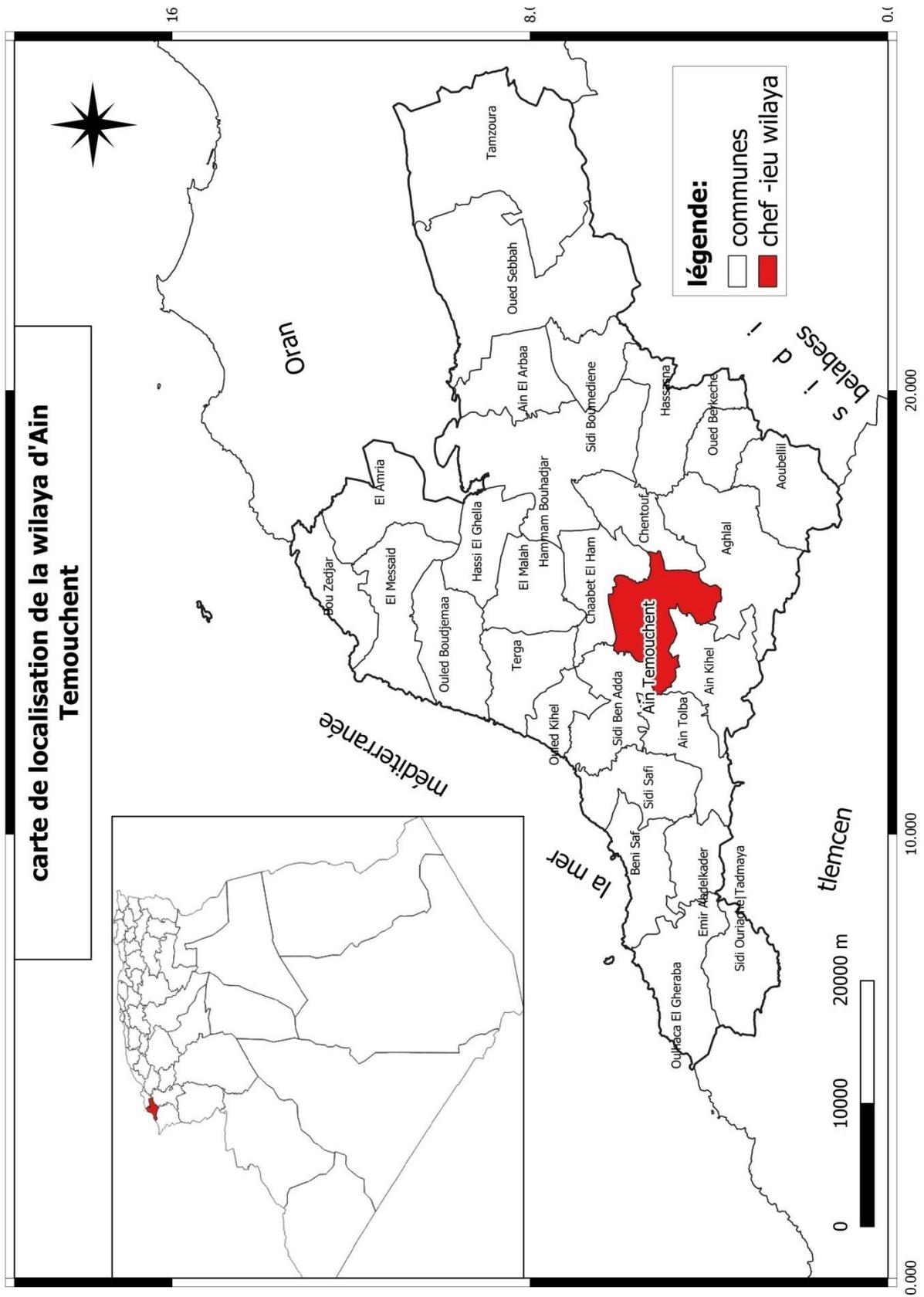


Figure 1. Carte de localisation de la wilaya d'Ain Temouchent

I.3. Contexte géographique local :

I.3.1. Cadre géographique de la commune d'El Amria :

La commune d'El Amria 4619 (ONS) chef lieu de la daïra d'El Amria, elle fait partie de la plaine d'Ain Témouchent elle se situe à l'est du chef lieu de la wilaya et distante par 35 km, elle est située dans une cuvette sur la route nationale (RN02) longée par la grande sebkha d'Oran avec une superficie de 9049 ha. Elle est délimitée :

- Au nord par la commune de Bouzedjar.
- Au sud par la commune de Hassi Elghalla.
- A l'ouest par la commune M'said
- A l'est par la wilaya d'Oran y-compris la commune de Boutlelis et la commune de Misserghin.

I.3.2. Contexte morphologique :

La commune d'El Amria s'intègre dans un ensemble géographique faisant partie des plaines intérieures oranaises. Elles sont comprises entre les monts de l'Atlas Tellien, la mer méditerranéenne au nord et la grande sebkha d'Oran au sud.

Sur le plan physique elle présente trois ensembles bien distincts :

- **La plaine** : occupe la partie centrale et de la commune sur une superficie de 5963,93 ha soit 65,90 du total. Elle est occupée essentiellement en vigne et céréales. C'est une zone organisée sous forme de parcellaires biens délimités. L'altitude varie entre 83 et 236 m avec des pentes comprises entre 0 et 5 %.

- **Les collines** : situées au sud-ouest de la commune. Elle occupe une superficie de 454,93 soit 5,03 % du total. Environ 20% de cette superficie est couverte par des maquis arborés. Les pentes varient entre 05 et 09 %, l'altitude la plus importante est de 235 m.
- **Les piémonts au nord** : couvrant environ 2430,14 ha, soit 26,85% de la superficie totale. L'altitude varie entre 200 et 324 m, les pentes avoisinent les 25% aux versants abrupts. Cette zone est traversée par une série d'oueds formant les affluents de l'oued Sidi Baroudi.
- **La vallée de Sidi Mediouni** : cette zone couvre la partie nord-ouest de la commune sur une superficie de 200 ha environ, soit de 2.21% de la superficie communale. Elle forme une bande de 300 m de largeur occupée par les cultures maraichères. Les altitudes oscillent entre 150 et 200 m dans l'ensemble de cette zone.

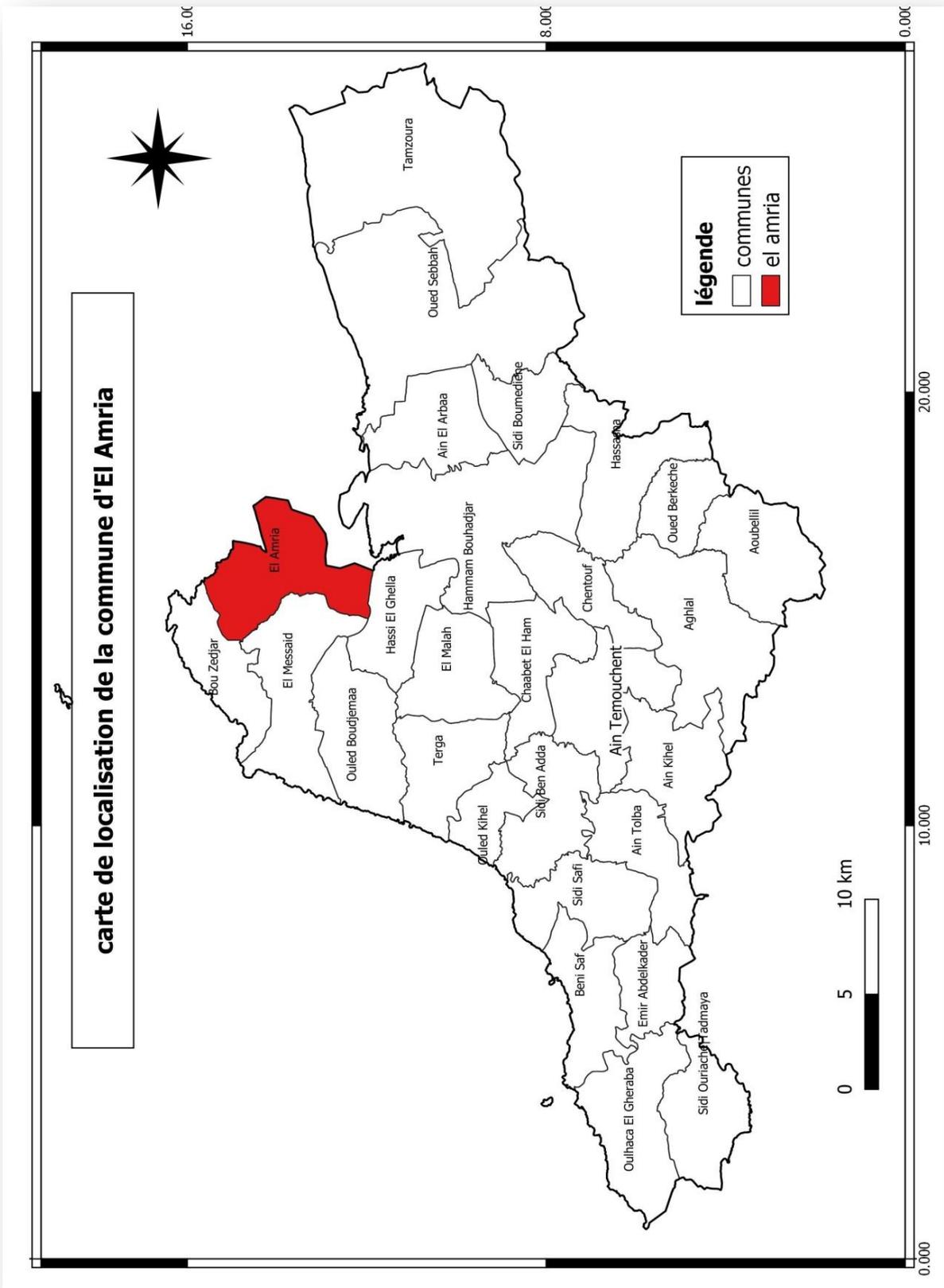


Figure 2. Carte de localisation de la commune d'El Amria.

I.3.3. Contexte climatique :

La commune d'El Amria possède un climat de type méditerranéen semi-aride, caractérisé par un été chaud et sec et un hiver tempéré malgré la proximité de la mer. Cette aridité est causée par la sécheresse et la diminution de la pluviométrie au cours des dernières années.

a- Précipitations : La pluie est l'un des éléments les plus importants du climat, et la seule source en termes d'approvisionnement en eau en alimentant la couche souterraine et les barrages.

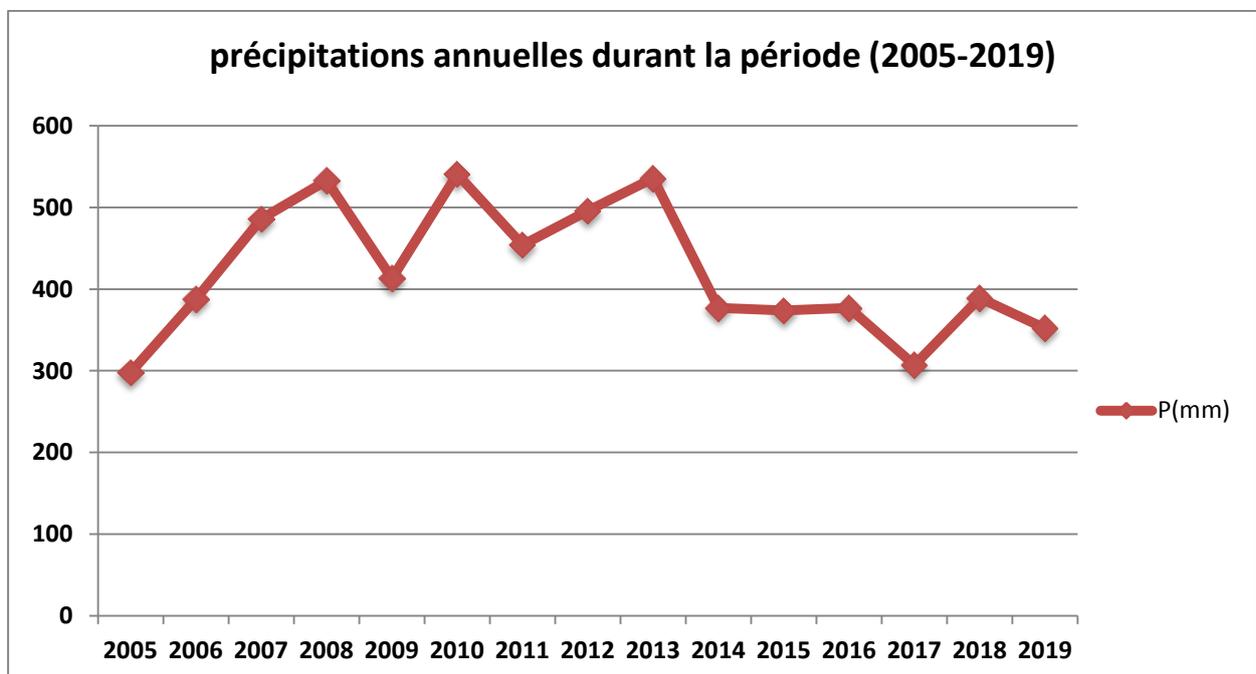


Figure 3. Précipitations annuelles durant la période (2005-2019).

b-La température: La température est un paramètre fondamental dans les études climatique, elle joue un rôle très important par son influence sur les autres paramètres météorologiques tel que l'évaporation et le taux de l'humidité de l'atmosphère.

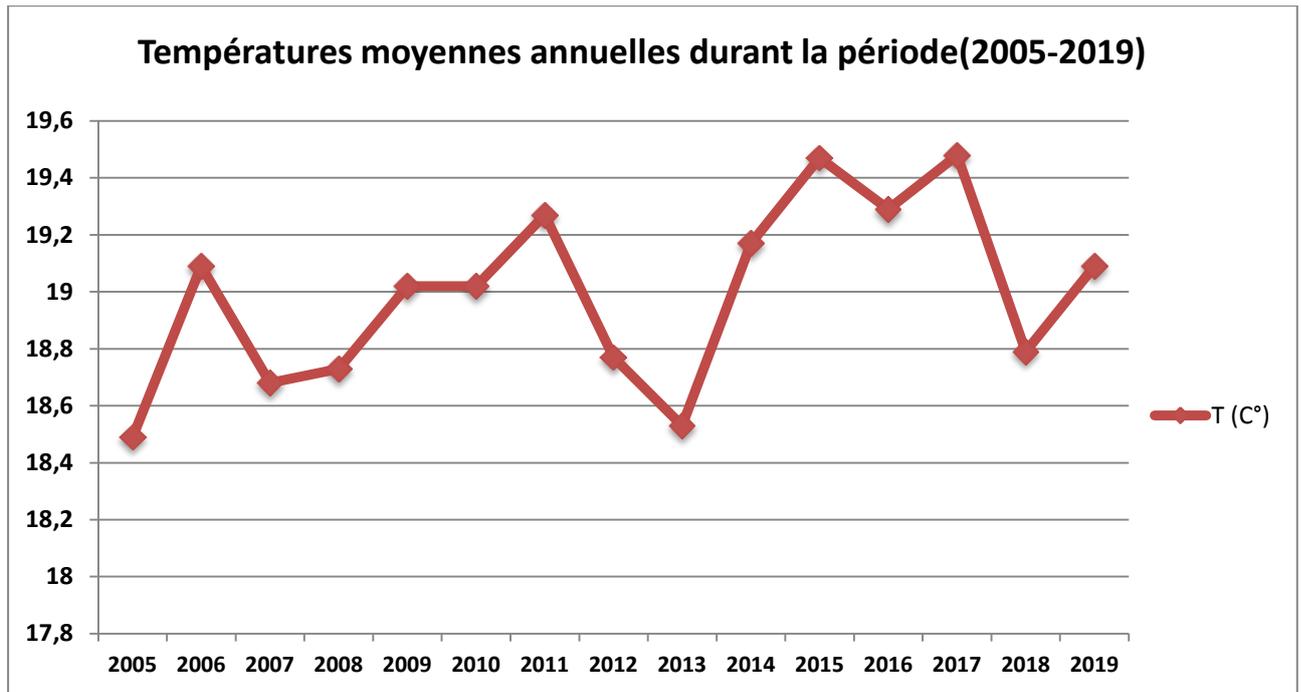


Figure 4. Températures moyennes annuelles durant la période (2005-2019).

c- Les vents : Le régime climatique se caractérise par des vents qui n'apportent généralement que peu d'humidité (vents de direction Nord - Ouest, Sud - Est), lors de leur passage sur les reliefs Marocains et Espagnols, ces vents perdent une grande partie de leur humidité.

Par ailleurs, les reliefs méridionaux (SEBAA - CHIOUKH, TESSALA, monts de TLEMEN) ont une influence favorable en entravant l'arrivée des vents continentaux secs et chauds du Sud (SIROCCO).

I.3. 4. Contexte hydrographique :

La commune d'El Amria appartient au bassin versant de l'Oued Sidi Baroudi. Il est entaillé par plusieurs affluents dont l'important est celui de Sidi Medioni drainant toutes les eaux vers un seul exutoire, c'est la grande Sebka d'Oran.

L'Oued Sidi Baroudi ou L'Oued Sidi Medioni est d'une superficie de 60,875 km², son apport annuel est de 1807657,42 m³ et alimenté par deux principaux affluents :

- Oued Sidi Dfaa; qui recoit les eaux venant de l'Oued Ould Gana, Oued Djorf Labiadh et Chaabet Ben Mohamed.
- Oued Sidi Mediouni; qui constitue une limite naturelle entre la commune d'El Amria et la commune de M'said. C'est un affluent très important de l'Oued Sidi Baroudi et est alimenté par Oued Souadjel et Chaabet El Medjalis.

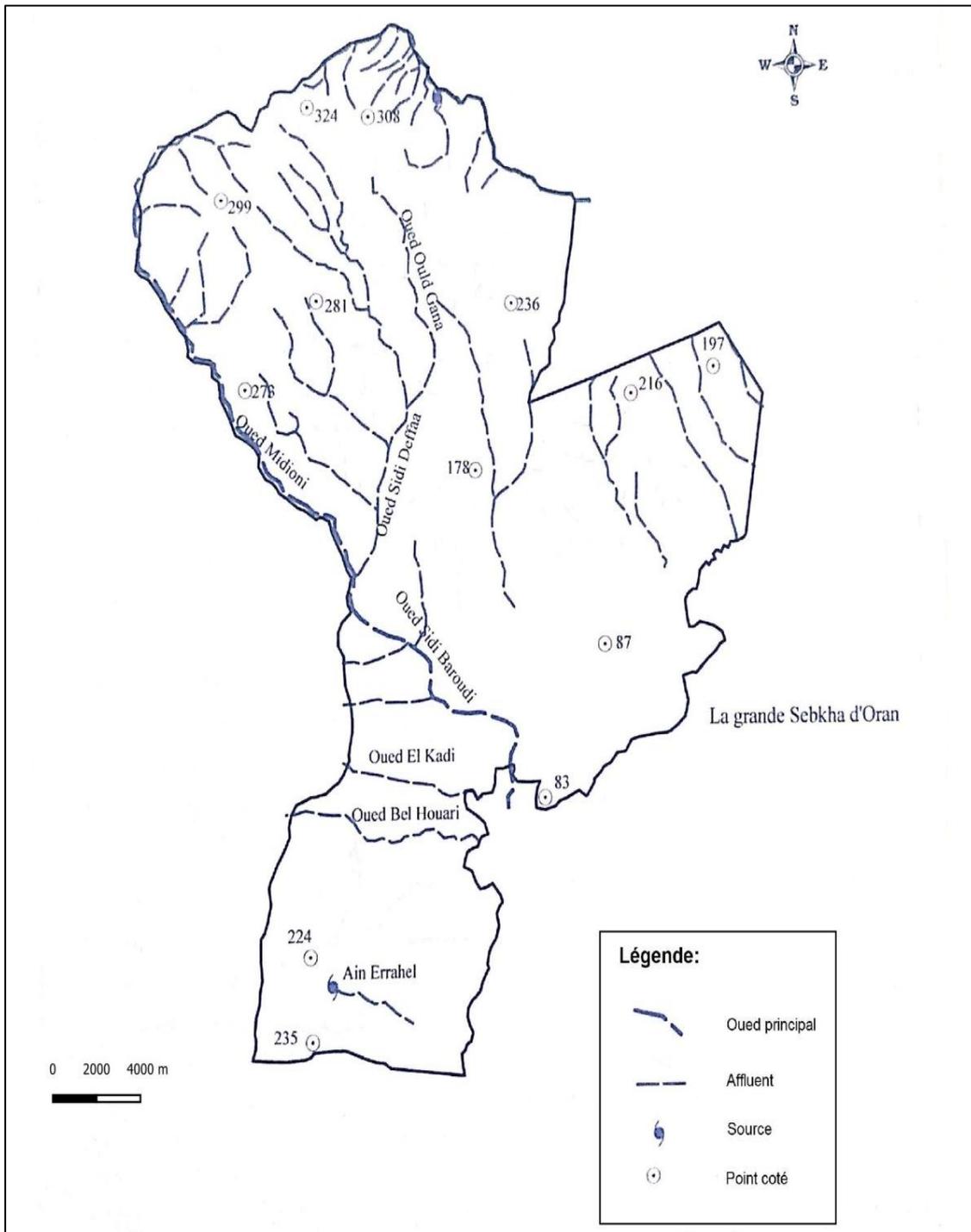


Figure 6. Carte du réseau hydrographique de la commune d'El Amria.

I.3. 5. Contexte démographique :

La commune d'El Amria a connu à travers le temps des transformations considérables, parmi ces transformations la population qui a connu une évolution progressive depuis 1987.

Le tableau suivant représente l'évolution de la population pendant la période (1987-2020) selon les statistiques de l'ONS :

Tableau 1. Population et densité moyenne de la commune d'El Amria

1987		1998		2008		2020	
Pop R.G.P.H	Densité moy.HAB/Km ²						
15773	174	19604	217	21836	243	25707	284

D'après le tableau ci-dessus on constate que la commune El Amria a enregistré une évolution régulière et progressive de sa population, celle-ci est passée des 15773 habitants en 1987 à 19604 habitants en 1998, et de 21836 habitants en 2008, en 2020 la population atteint 25707 habitants avec une densité moyenne de 284 habitants par Km².

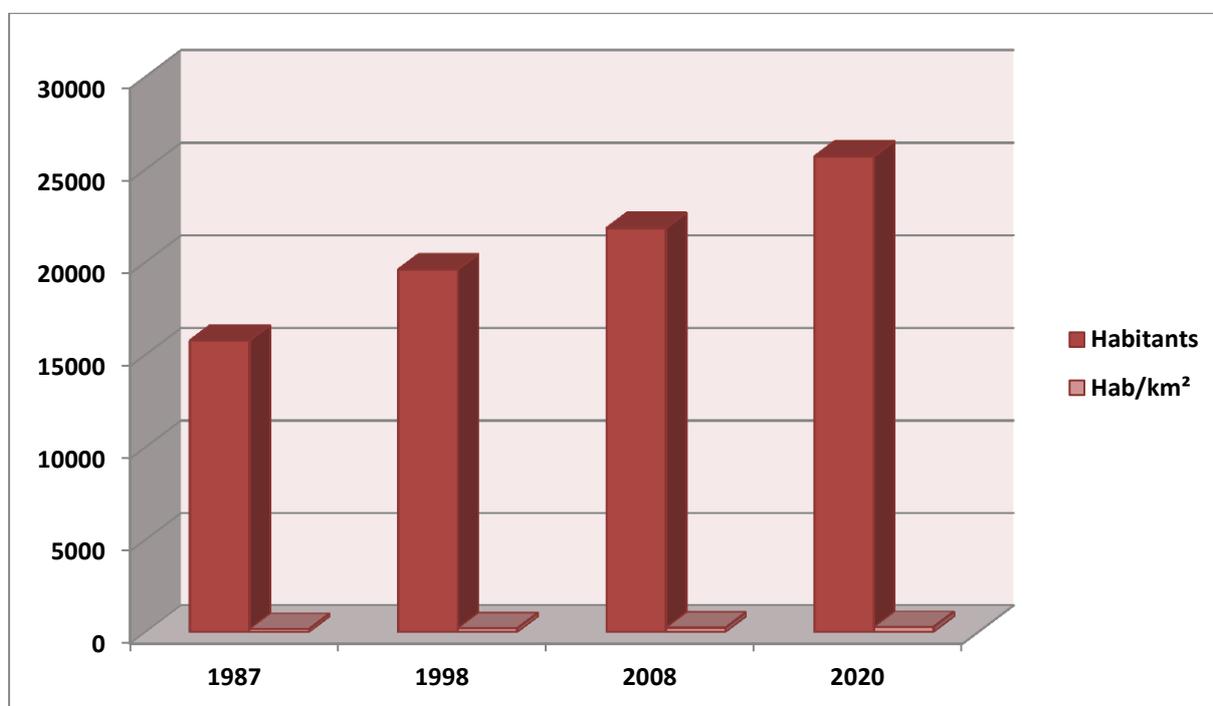


Figure 7. Population et densité moyenne de la commune d'El Amria.

I.4. Conclusion :

La commune d'El Amria qui fait partie des plaines intérieures oranaises, est encadrée par les monts de l'Atlas Tellien et la mer méditerranée au nord et la grande Sebkhah d'Oran au sud, Elle s'étend sur 9049 ha.

L'étude climatique nous permet de conclure que la commune d'El Amria appartient au climat méditerranéen semi-aride. Les précipitations annuelles et les températures moyennes caractérisées par des variations importantes. Les vents dominants dans cette commune sont de direction nord-ouest qui perdent une grande partie de leur humidité.

Les eaux superficielles sont représentées par des oueds peu importants et temporaires (secs en été) dont le plus important est l'oued de Sidi Baroudi.

Sur le plan démographique la population de la commune a connu une évolution régulière et progressive qui atteint 25707 habitants en 2020.

Chapitre II

**« Description des outils et des données
utilisées »**

II.1. Introduction

La télédétection est la discipline scientifique qui regroupe l'ensemble des connaissances et des techniques utilisées pour l'observation, l'analyse, l'interprétation et la gestion de l'environnement à partir des mesures et des images obtenues à l'aide de plates-formes aéroportées, spatiales, terrestres ou maritimes. Comme son nom l'indique, elle suppose l'acquisition d'information à distances, sans contact direct avec l'objet détecté.

La télédétection est la source principale d'information pour les études de la transformation du globe, comme elle intègre les développements plus récents de la recherche spatiale, de la physique et de l'informatique pour constituer aujourd'hui un outil des plus puissants et des plus flexibles pour la gestion des milieux, la planification et le développement économique.

Depuis 1972, la série conjointe NASA/US Geological Survey Landsat de satellites d'observation de la terre a acquis en continu des images de la surface terrestre de la terre, fournissant des données ininterrompues pour aider les gestionnaires des terres et les décideurs à prendre des décisions éclairées sur les ressources naturelles et l'environnement.

A l'aide de ces images satellitaires (Sentinel 2 et Landsat 5) de différentes périodes (1987, 2008 et 2021) nous allons faire une étude diachronique qui consiste à élaborer des cartes d'occupation du sol pour suivre les transformations urbaines et rurales qui ont connu la ville d'El Amria.

L'objectif de ce travail est de cartographier l'occupation du sol notamment l'extension urbaine qui s'est étendue au détriment des terres agricoles.

II.2. Description des données utilisées :

Pour élaborer les cartes on a utilisé plusieurs outils et données qui sont définies en dessous :

II.2.1. Les données images :

Les images satellitaires sont des puissants outils de découverte et d'analyse, elles sont très riches en informations de toutes sortes. L'information obtenue par les images satellite permet non seulement de fabriquer et de mettre à jour des cartes, mais elle permet aussi d'analyser divers aspects du territoire. Les images satellites ne sont généralement pas aussi précises que les photographies aériennes, mais elles couvrent de grands territoires et permettent des analyses régionales

Le site Earth Explorer de l'USGS fournit des images téléchargeables gratuitement de plusieurs capteurs depuis près de 45 ans. Ce qui nous aide à obtenir les images qui nous intéressent.

Les données images utilisées dans ce travail, sont issues de deux capteurs différents: Le capteur thématique Mapper (TM) du satellite Landsat 5 pour les années 1987 et 2008, et le Sentinel-2 pour l'année 2021.

a). Le capteur Landsat 5 : Landsat 5 était un satellite orbite terrestre basse lancé le 1^{er} mars 1984 pour collecter des images de la surface de la terre. Dans la continuité du programme Landsat, Landsat 5 était géré conjointement par l'US Geological Survey (USGS) et la National Aeronautics and Space Administration (NASA). Les données de Landsat 5 ont été collectées et distribuées par le Center for Earth Resources Observation and Science (EROS) de l'USGS.

Le satellite était une copie identique de Landsat 4 et était à l'origine conçu comme une sauvegarde. Par conséquent, Landsat5 transportait les mêmes instruments, dont le Thematic Mapper (TM) et le Multi-Spectral Scanner (MSS).

Il était caractérisé par :

- Résolution optique de 30 mètres (120 mètres sur la bande 6).
- Répétitivité de 16 jours au-dessus du même point.
- Observation en lumière visible et infra-rouge dans 7 bandes spectrales.

Landsat 5 a fait plus de 150000 orbites autour de la planète tout en transmettant plus de 2.5 millions d'images, dépassant largement sa conception originale de trois ans de vie, il a été reconnu par Guinness World Records comme la mission satellitaire d'observation de la terre la plus longue de l'histoire. Après 19 ans dans l'espace, Landsat5 a été officiellement mis hors service le 5 juin 2013.

Tableau 2. Description spectrale, spatiale et temporelle des bandes de Landsat 5

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	

b) Le capteur Sentinel-2 : Les satellites Sentinel-2 font partie du programme Copernicus financé par l'Union européenne. Sentinel-2A a été lancé le 22 juin 2015 et Sentinel-2B le 06 mars 2017 par des fusées VEGA (VV05 et VV09).

Les satellites Sentinel-2 doivent fournir des images multi-spectrales à grande résolution qui doivent permettre de poursuivre la collecte des données

réalisées par les missions Landsat et Spot tout en améliorant leur qualité. Il s'agit d'alimenter les services opérationnels Copernicus concernant l'observation des terres émergées et les services de sécurité :

- observation de la couverture des sols et de leurs utilisations, réalisation de cartes mettant en évidence les évolutions de celle-ci ;
- réalisation de cartes agrégeant les variables géophysiques (chlorophylle, humidité, ...) ;
- carte des risques ;
- prises d'images rapides pour les secours sur les lieux de catastrophes.

Tableau 3. Description spectrale, spatiale et temporelle des bandes de sentinel-2

Sentinel-2A			
résolution spatiale	bandes	longueur d'onde centre (nm)	largeur bande (nm)
10 m	bande 2 (B)	492,4	66
	bande 3 (V)	559,8	36
	bande 4 (R)	664,6	31
	bande 8 (PIR)	832,8	106
20 m	bande 5	704,1	15
	bande 6	740,5	15
	bande 7	782,8	20
	bande 8a	864,7	21
	bande 11	1613,7	91
	bande 12	2202,4	175
60 m	bande 1	442,7	21
	bande 9	945,1	20
	bande 10	1373,5	31

II.2.2. Choix des images :

La sélection des images dans le cas de notre étude, doit se faire sur la base de critères similaires, notamment au niveau de la saison d'acquisition afin d'avoir un meilleur contraste entre les espaces végétalisés et les sols nus, nous

choisissons donc une période où les cultures n'ont pas encore été récoltées et donc avec le moins de champs labourés ou nus : nous nous permettons ainsi un intervalle entre le 31 mars et le 24 avril, période où la majeure partie de la végétation est turgescente.

Tableau 4. Les caractéristiques des images satellitaires utilisées.

	TM de Landsat5		Sentinel-2
Date de prise de vue	31/03/1987	24/04/2008	20/04/2021
Heure de prise de vue	10h02min	10h27min	10h00min
Taille de la scène (km)	400x550	400x550	1200x1600
Résolution au sol (m)	30	30	10
Format	GEO TIF	GEO TIF	JP2
Path/Raw	198-35	198-35	198-35

II.3. Description des outils utilisés :

Les informations recueillies par les capteurs de télédétection sont traitées et analysées à l'aide des logiciels connus comme les outils de traitement. Il existe un certain nombre de logiciels libres et beaucoup d'autres commerciaux qui traitent ce genre d'information (TELCAN, 2013) :

a) Le logiciel ENVI : ENVI (Environment For Visualizing Images) est un logiciel utilisé par les scientifiques, chercheurs et spécialistes de l'analyse d'images ou des SIG pour traiter et analyser les images géospaciales. 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. Le logiciel propose une approche guidée et automatisée qui permet aux utilisateurs de réaliser simplement les tâches complexes.

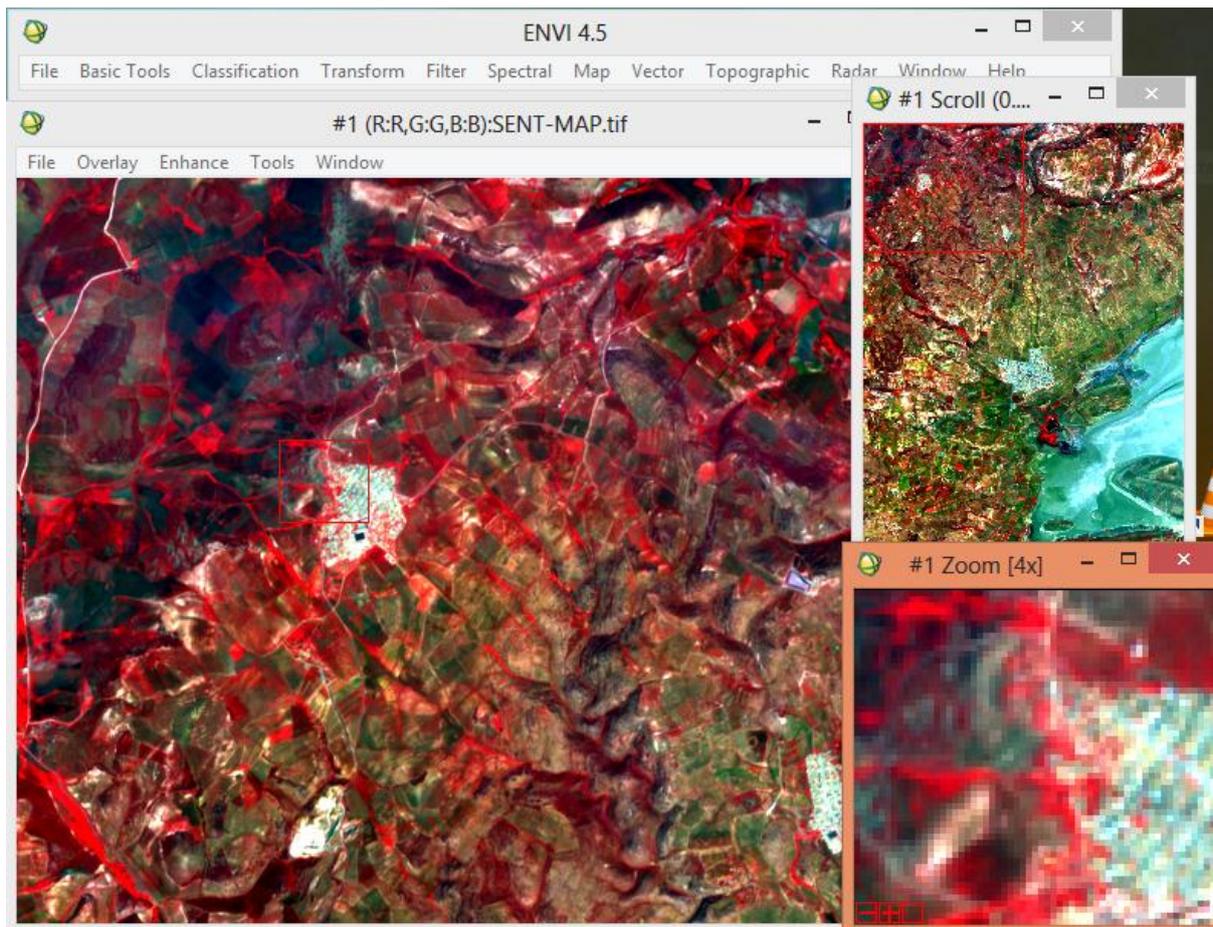


Figure 8. ENVI : logiciel utilisé pour traitements d'images.

b) L'outil SIG MapInfo Professional: est un logiciel SIG édité par la société precisely (anciennement Pitney Bowes Software & Data) appartenant au groupe Syncsort. Il est à l'origine bureautique créé dans les années 1980 aux États-Unis. C'est un logiciel qui permet de réaliser des cartes en format numérique. MapInfo est conçu autour d'un moteur d'édition de carte qui permet la superposition de couches numériques. Il permet de représenter à l'aide d'un système de couches des informations géo-localisées : points, polygones, images raster... il incorpore un grand nombre de formats de données, de fonctions cartographiques et de gestion de données... un système de requêtes cartographiques adapté permet la conception des cartes et bases de données cartographiques. MapInfo est ouvert vers le web et les globes

virtuels ; il permet de publier sur le web les cartes réalisées, de faire de la cartographie interactive.

MapInfo professional est un logiciel destiné aux chargés d'étude et d'aménagement territorial, aux chargés d'étude d'implantation, de géomarketing, aux analystes des réseaux physiques et commerciaux.

MapInfo est un outil de référence dont les fichiers "jeux de données" (MID/MIF) sont très utilisés pour construire des cartes, même sur d'autres logiciels.

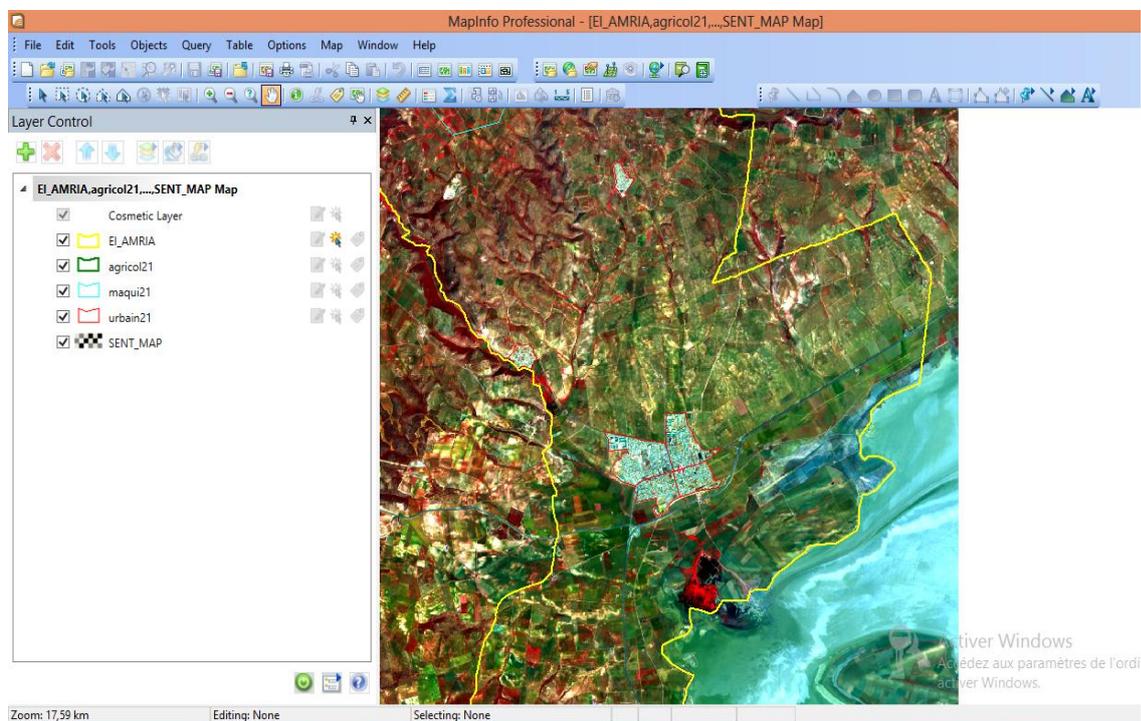


Figure 9. MapInfo, logiciel utilisé pour la cartographie.

c) L'outil Google Earth : est un logiciel ouvert développé par la société Google, permettant de la visualisation de la terre en 2D et en 3D avec un assemblage de photographies aérienne ou satellitaires, ce logiciel permet à tout utilisateur de survoler la Terre et de zoomer sur un lieu de son choix. Selon les régions géographiques, les informations disponibles sont plus ou moins précises. Il permet l'évaluation, la superposition et la création de données géospatiales.

Cette ressource conviviale est souvent un intermédiaire utile pour les apprenants qui souhaitent en savoir plus sur les SIG et qui veulent commencer des processus et des outils de base. Google Earth Pro peut également être utilisé pour visualiser des images satellite a haute résolution, télécharger des données géospatiales dans son format de fichier natif interopérable (KML), et aussi pour la localisation (par exemple pour un simple géocodage).

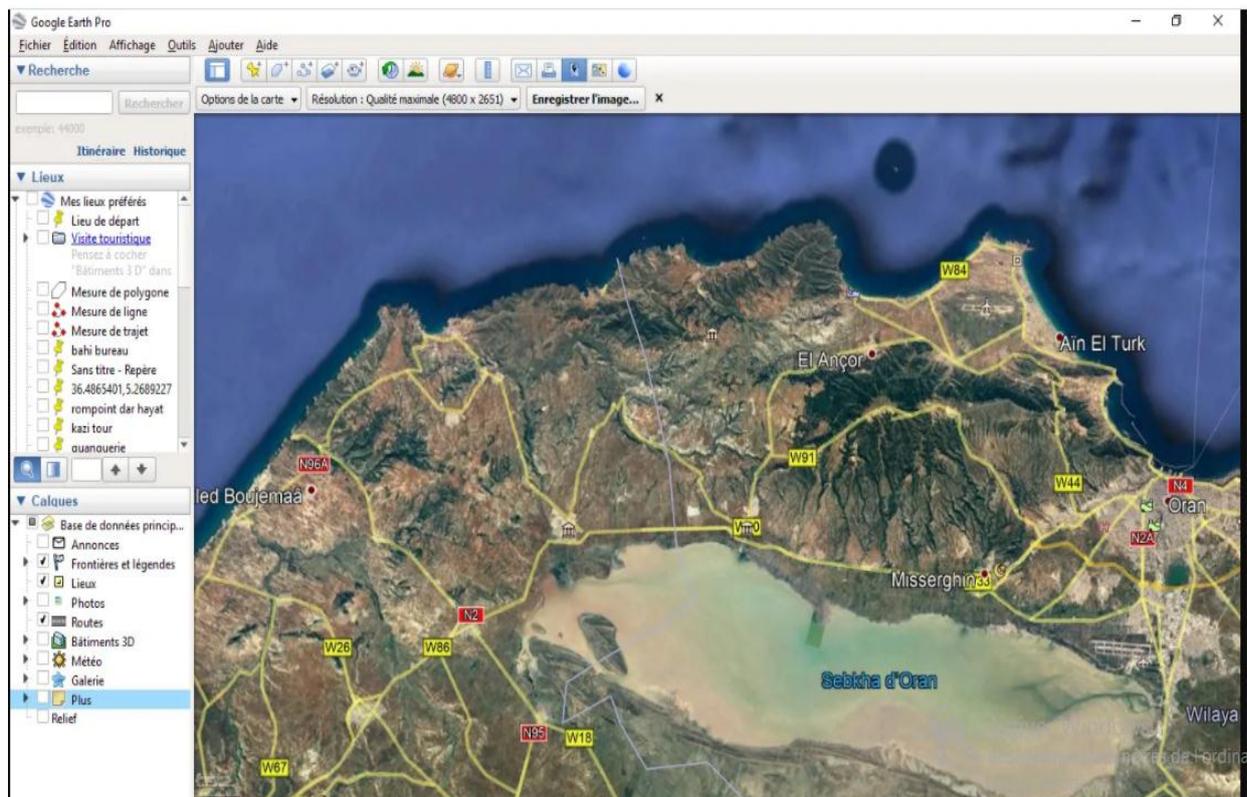


Figure 10. Google Earth Pro : la source de la donnée satellite.

II.4. Conclusion :

Si pendant longtemps 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.

La matérialisation de l'observation du changement de l'occupation du sol est maintenant facilitée par l'utilisation de la télédétection.

Chapitre III

**« Cartographie de l'occupation :
méthodologie et traitement des images »**

III.1. Introduction

Les images satellitaires constituent un outil important dans la cartographie de l'occupation du sol ; elles sont descriptives et apportent une information à la fois spatiale, beaucoup plus importante par rapport aux autres sources d'information (Pouchin, 2001), pour bénéficier de cet outil il faut passer par plusieurs étapes afin de réaliser l'objectif de notre étude.

Dans ce chapitre, on va mettre au point la méthodologie adoptée pour élaborer les cartes finales de l'occupation du sol de la région de notre étude El Amria. Le plan ci-dessus englobe l'ensemble des étapes suivies dans notre travail :

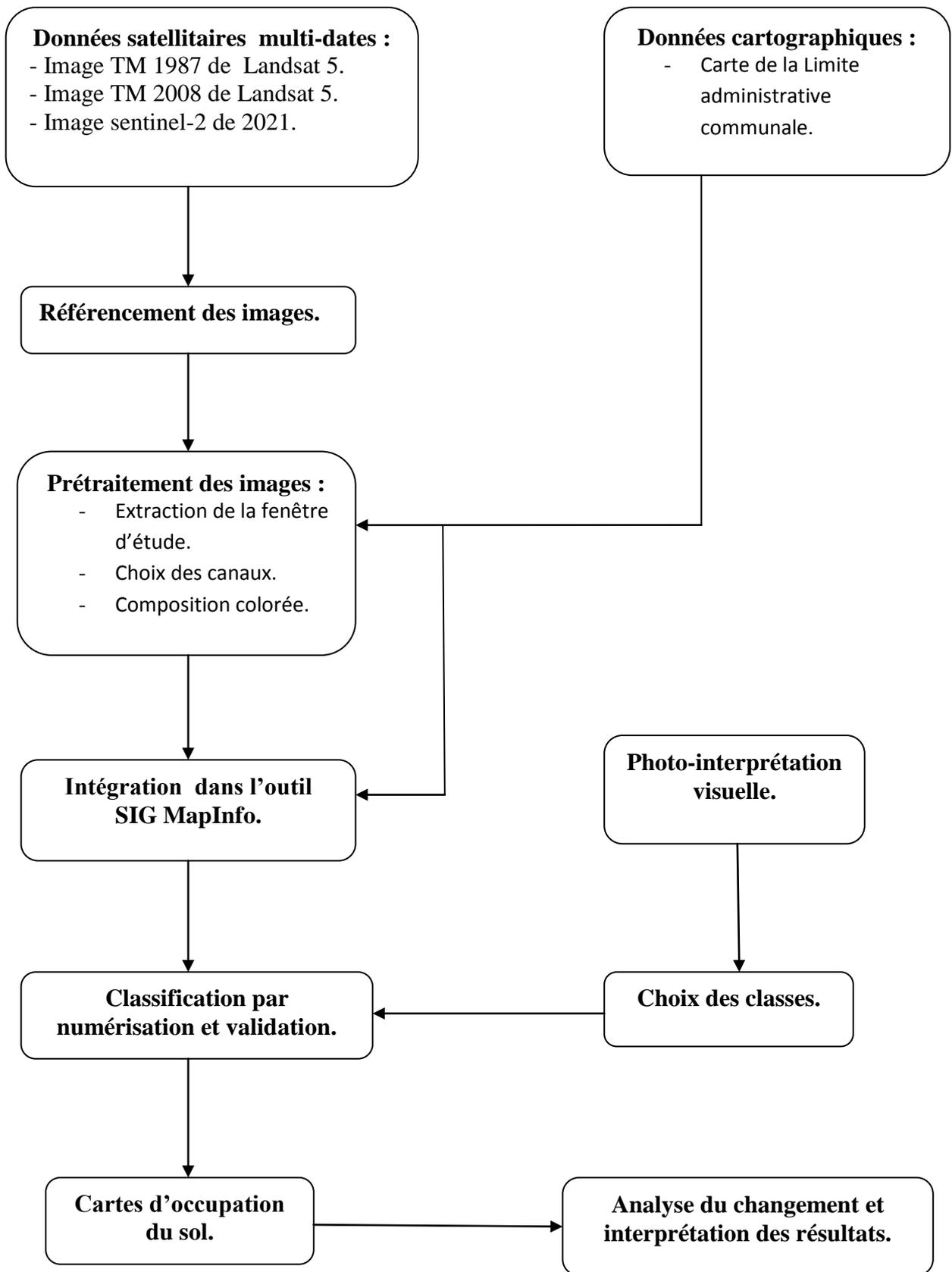


Figure 11. Plan méthodologique des différentes étapes de l'étude.

III.2. Prétraitement des images :

Avant l'intégration des images dans l'outil SIG et extraire des informations a partir d'elle, il est nécessaire de passer par une démarche de prétraitement de ces images que nous allons traités dans ce chapitre :

III.2.1. Le géoréférencement :

Le géoréférencement est l'acte de situer spatialement un objet par rapport à un système de coordonnées connu.

Il s'agit donc d'attribuer des coordonnées géographiques aux zones contenues dans les images satellitaires. Pour ce faire, il est nécessaire de définir des points de repère dont les coordonnées sont connues et de référencer tous les pixels de l'image selon ces points de repère. Un système GPS peut être utilisé directement sur le terrain. Il est aussi possible de référencer une région à partir de données cartographiques déjà existantes pour la région.

Dans notre cas, nous avons affecté les coordonnées géographiques de la projection (UTM, Zone 30 Nord) Datum(WGS-84) uniquement a l'image satellitaire Sentinel-2, sachant que les images TM de Landsat5 sont déjà géoréférencées et disponibles dans un même Datum (WGS-84) et dans un système de projection unique (UTM, Zone 30 Nord).

III.2.2. Extraction de la fenêtre d'étude :

Avant d'entamer le traitement des images il faut d'abord appliquer quelques modifications qui sont nécessaires afin de les superposer. Parmi ces modifications celle qui corresponde à l'extraction de la fenêtre d'étude.

En sachant que l'emprise de chacune des images recouvre une superficie beaucoup plus importante que la zone de notre intérêt, pour cela il est important de réduire cette emprise à celle de la zone que nous intéresse.

L'extraction de la zone d'étude a été faite à l'aide du logiciel ENVI 4.7 et MapInfo 11.0 en utilisant le vecteur contour qui délimite La région d'El Amria. On localise la zone d'étude puis on fait l'extraction à partir de l'image globale.

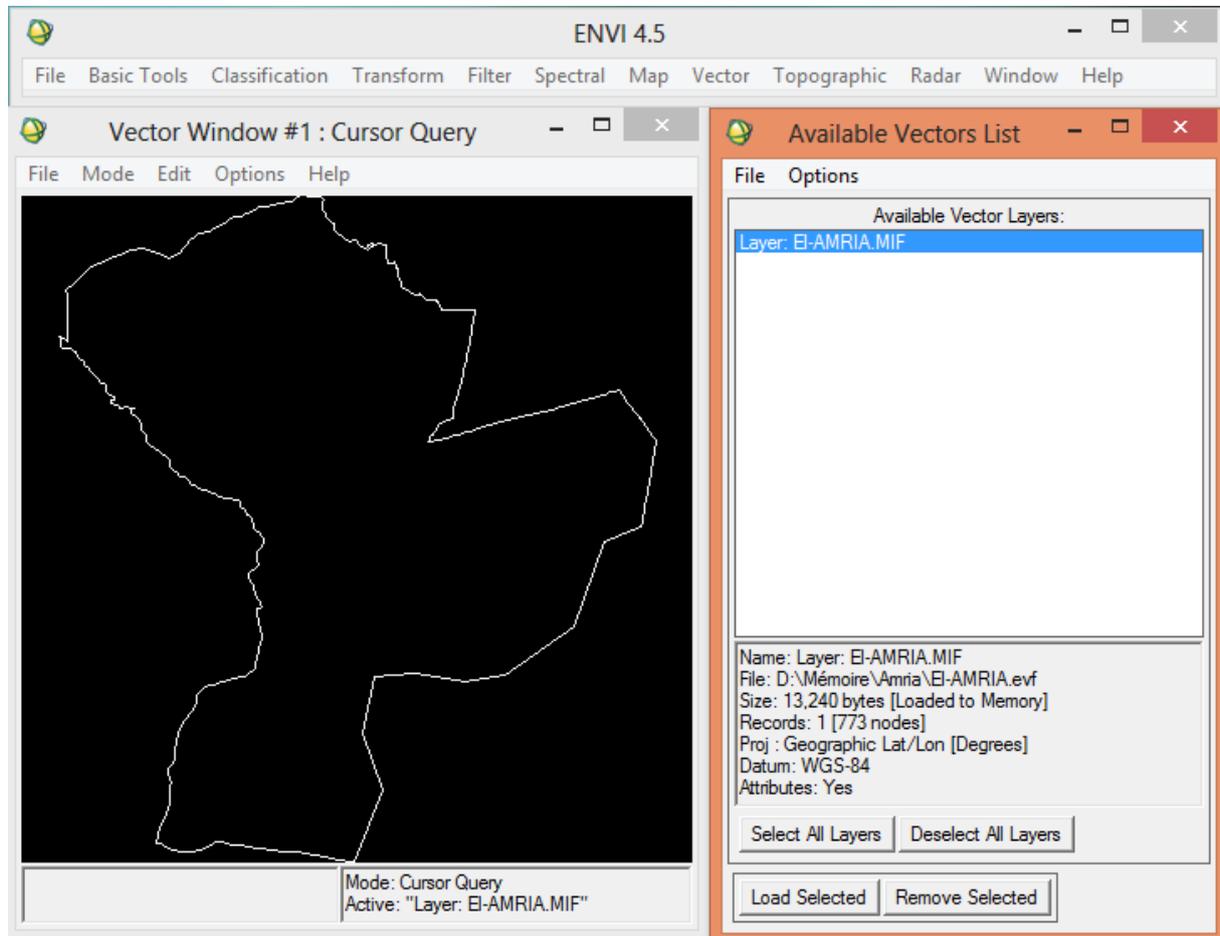


Figure 12. Les limites administratives de la commune d'El Amria.

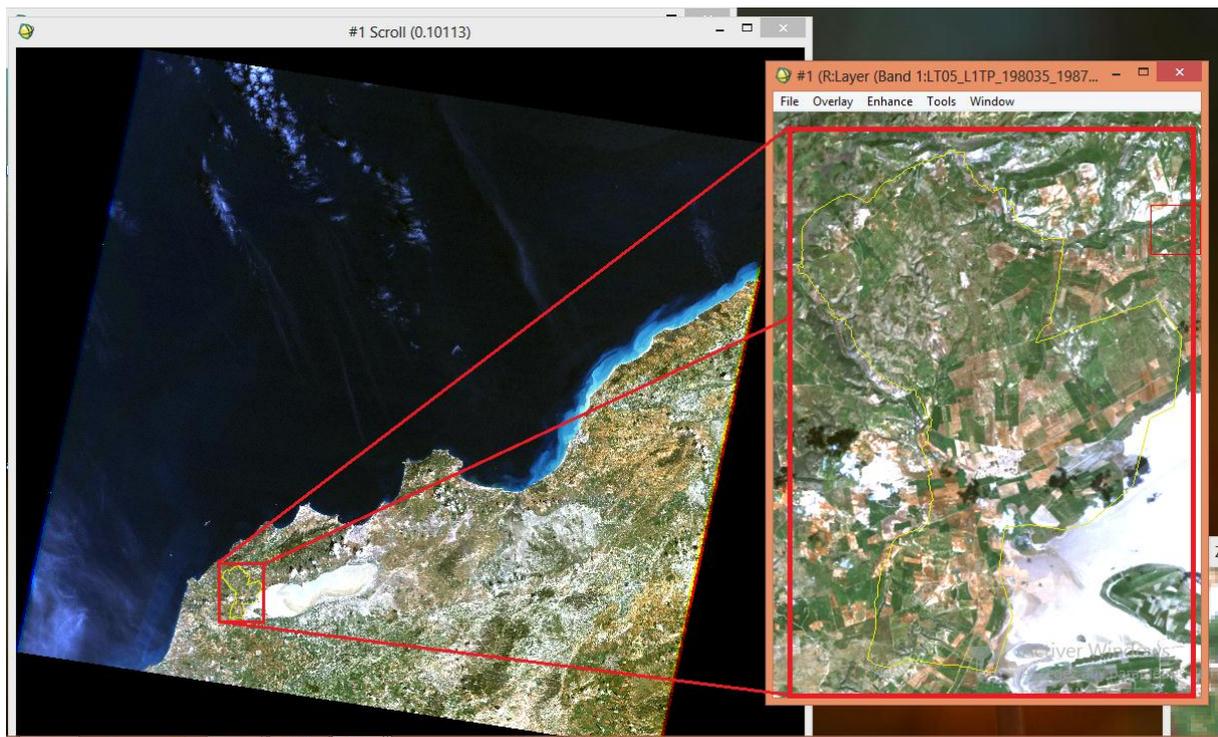


Figure 13. L'extraction de la zone d'étude «El Amria » à partir d'image satellitaire Sentinel-2 (2021)

III.3. Traitement des images :

III.3.1. Choix des canaux (analyse de corrélation)

La corrélation est un terme qui fait référence la force d'une relation entre deux variables assez forte ou faible. L'analyse de corrélation est le processus d'étude de la force de cette relation avec les données statistiques disponibles. Comme nous l'avons mentionné précédemment que les capteurs sont constitués de plusieurs canaux dont certains donnent des informations similaires, donc nous sommes obligés de travailler qu'avec trois canaux choisis à partir de l'analyse de corrélation afin d'exécuter la composition colorée (RGB).

a) Analyse de corrélation des bandes TM de Landsat5 (1987)

Le capteur Landsat5 compte sept canaux qui ont une même résolution spatiale (30m) qui sont : B1, B2, B3, B4, B5, B7. Le choix des canaux se fait à partir de l'analyse de corrélation comme suit :

Tableau 5. Corrélation des bandes de l'image TM 1987.

BANDE	TM1	TM2	TM3	TM4	TM5	TM7
TM1	1	0,98	0,92	-0,03	0,58	0,50
TM2		1	0,96	0,02	0,66	0,58
TM3			1	-0,13	0,78	0,73
TM4				1	0,03	-0,12
TM5					1	0,96
TM7						1

Après l'analyse du tableau ci-dessus qui représente la corrélation entre les canaux on distingue que :

Les bandes TM2 et TM4 ont une corrélation minimale qui égale à 2%, donc les canaux TM2 et TM4 sont choisis.

Il reste le choix entre la bande TM5 et la bande TM7 parce que on a suspendu les bandes TM1 et TM3 car ils sont fortement corrélé.

La corrélation entre la bande TM5 et TM2 égale à 66%, et entre la bande TM5 et TM4 égale à 3%.

La corrélation entre la bande TM7 et TM2 égale à 58%, et entre la bande TM7 et TM4 égale à 12%.

Donc, la corrélation minimale entre les bandes TM5 et TM7 est celle de la bande TM5. Ainsi, les canaux choisis sont : TM2, TM4, TM5.

b) Analyse de corrélation des bandes TM de Landsat5 (2008)

Tableau 6. Corrélation des bandes de l'image TM 2008.

BANDE	TM1	TM2	TM3	TM4	TM5	TM7
TM1	1,00	0,98	0,91	0,25	0,52	0,51
TM2		1,00	0,96	0,35	0,59	0,57
TM3			1,00	0,38	0,73	0,70
TM4				1,00	0,47	0,30
TM5					1,00	0,94
TM7						1,00

Après l'analyse du tableau ci-dessus qui représente la corrélation entre les canaux on distingue que :

Les bandes TM1 et TM4 ont une corrélation minimale qui égale à 25%, donc les canaux TM1 et TM4 sont choisis.

Il reste le choix entre la bande TM5 et la bande TM7 parce que on a suspendu les bandes TM2 et TM3 car ils sont fortement corrélé.

La corrélation entre la bande TM5 et TM1 égale à 52%, et entre la bande TM5 et TM4 égale à 47%.

La corrélation entre la bande TM7 et TM1 égale à 51%, et entre la bande TM7 et TM4 égale à 30%.

Donc, la corrélation minimale entre les bandes TM5 et TM7 est celle de la bande TM7. Alors, les canaux choisis sont : TM1, TM4, TM7.

c) Analyse de corrélation des bandes de Sentinel-2 (2021) :

Le capteur Sentinel-2 compte quatre canaux qui ont une même résolution spatiale (10m) qui sont : B1, B2, B3, B8. Le choix des canaux se fait à partir de l'analyse de corrélation comme suit :

Tableau 7. Corrélation des bandes de l'image Sentinel-2 2021.

BANDE	B2	B3	B4	B8
B2	1	0,98	0,90	0,39
B3		1,00	0,94	0,48
B4			1,00	0,47
B8				1

Après l'analyse du tableau ci-dessus qui représente la corrélation entre les canaux on distingue que :

Les bandes B2 et B8 ont une corrélation minimale qui égale à 39%, donc les canaux B2 et B8 sont choisis.

Il reste le choix entre la bande B3 et la bande B4 :

La corrélation entre la bande B3 et la bande B4 égale à 90%, et entre la bande B3 et la bande B8 égale à 47%.

La corrélation entre la bande B4 et la bande B2 est égale à 98%, et entre la bande B4 et la bande B8 égale à 48%.

Donc, la corrélation minimale entre les bandes B2 et B8 est celle de la bande B4. Alors, les canaux choisis sont : B2, B4, B8.

III.3.2. La composition colorée :

La composition colorée permet de produire des images en couleurs en tenant compte de la signature spectrale des objets. Elle est fréquemment utilisée pour faire ressortir les différents type de surface sur les images multi spectrales ou mettre en évidence certains phénomènes environnementaux, comme les feux de foret les vents de sables, etc.

La réalisation d'une composition colorée consiste à affecter à chacune des trois couleurs primaires (le rouge, le vert et le bleu) trois bandes spectrales d'un capteur.

Les compositions colorées de nos images ont été réalisées à partir d'une superposition des trois canaux TM2, TM4, TM5 pour l'image TM 1987, TM1, TM4, TM7 pour l'image TM2008 et les canaux B02, B04, B08 pour l'image sentinelle 2 auxquels des pseudos couleurs ont été attribués respectivement (Rouge, Vert, Bleu).

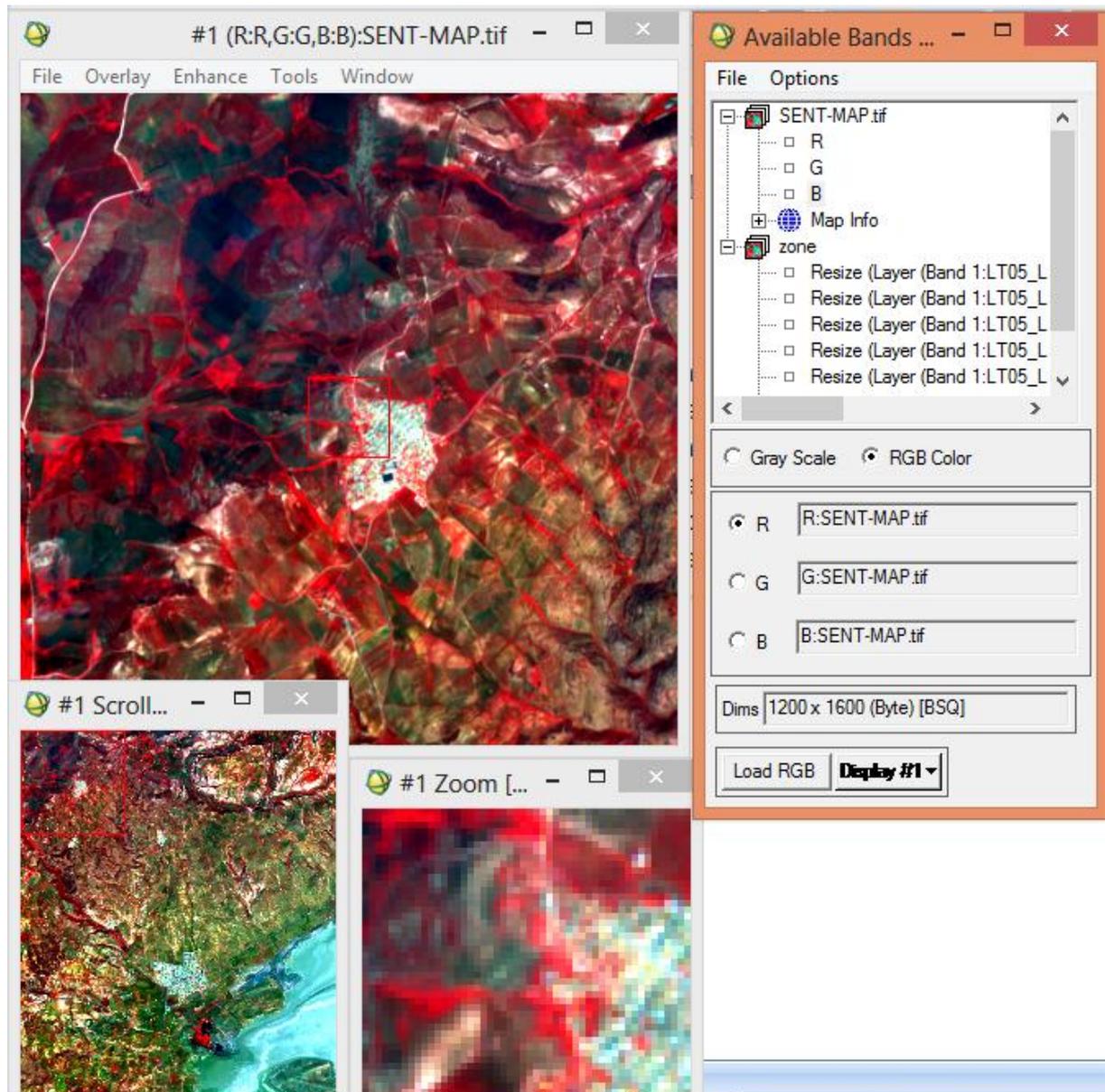


Figure 14. Composition fausse couleur de trois bandes à l'aide d'ENVI 4.7

III.4. Intégration des images dans un SIG (la classification)

Classifier une image en télédétection consiste à rassembler l'ensemble des pixels de l'image en un nombre limité de classes correspondant aux grands éléments structuraux de l'image, c'est donc établir une cartographie de l'image en s'appuyant sur les valeurs radiométriques des pixels.

Dans notre étude, on a réalisé les cartes d'occupation du sol pour chaque année par la méthode de classification par photo-interprétation basée sur l'utilisation de l'outil SIG. Ensuite, l'image trichromie a été exportée vers le format de l'outil MAPINFO.

On a défini pour chaque image un ensemble de six classes d'occupation du sol sur la base d'une reconnaissance du terrain de la région d'étude, les classes sont définies comme suit :

- Urbain
- Cimetière
- Sol nu
- Arboriculture
- Terrain agricole
- Maquis

En suite on a fait la délimitation des classes en numérisant des contours des unités de l'occupation du sol identifiées sur le terrain et regroupées selon les catégories prédéfinies.

III.5. Conclusion

Les différents traitements effectués sur les images (1987, 2008, 2021), permettent de réaliser une cartographie spatiotemporelle du changement de l'occupation du sol de la commune d'El Amria, d'où le but du chapitre suivant.

Chapitre IV

« Résultats et interprétation »

IV.1. Introduction

L'occupation des terres est une variable fondamentale pour la planification régionale ainsi que pour l'étude et la compréhension de l'environnement (**Foody, 2002**). Cette thématique est devenue incontournable dans la plupart des inventaires cartographiques et de suivi des phénomènes environnementaux (**Ouattara et al, 2006**).

La procédure la plus efficace pour mesurer le degré de changement de l'environnement est l'étude multi-date de la couverture végétale (**Lambin et al, 2001 ; vägen, 2006**).

La cartographie et la caractérisation des transformations urbaines et rurales est menée à bien par l'évaluation du changement d'utilisation du sol que nous allons mettre en évidence à partir de l'analyse multi-temporelle des images satellite.

Le présent chapitre vise à analyser sur un intervalle de 34 ans la dynamique spatiale des différents types d'occupation du sol regroupés en six classes : le maquis le terrain agricole, l'arboriculture, l'urbain, le sol nu et cimetière.

IV.2. Résultats et interprétation :

Les cartes résultantes du traitement par télédétection sont présentées ci-dessous. Nous pouvons constater que les classes les plus répandues sont les terrains agricoles et les maquis, dont cet ensemble de classes occupe plus que 90% de surface totale de la commune ; tandis que les classes les moins répandues sont celles de l'urbain, les sols nu, de l'arboriculture et cimetière. Toutes ces quatre classes occupent moins de 10% de la surface totale.

L'occupation du sol de la commune d'El Amria en 1987

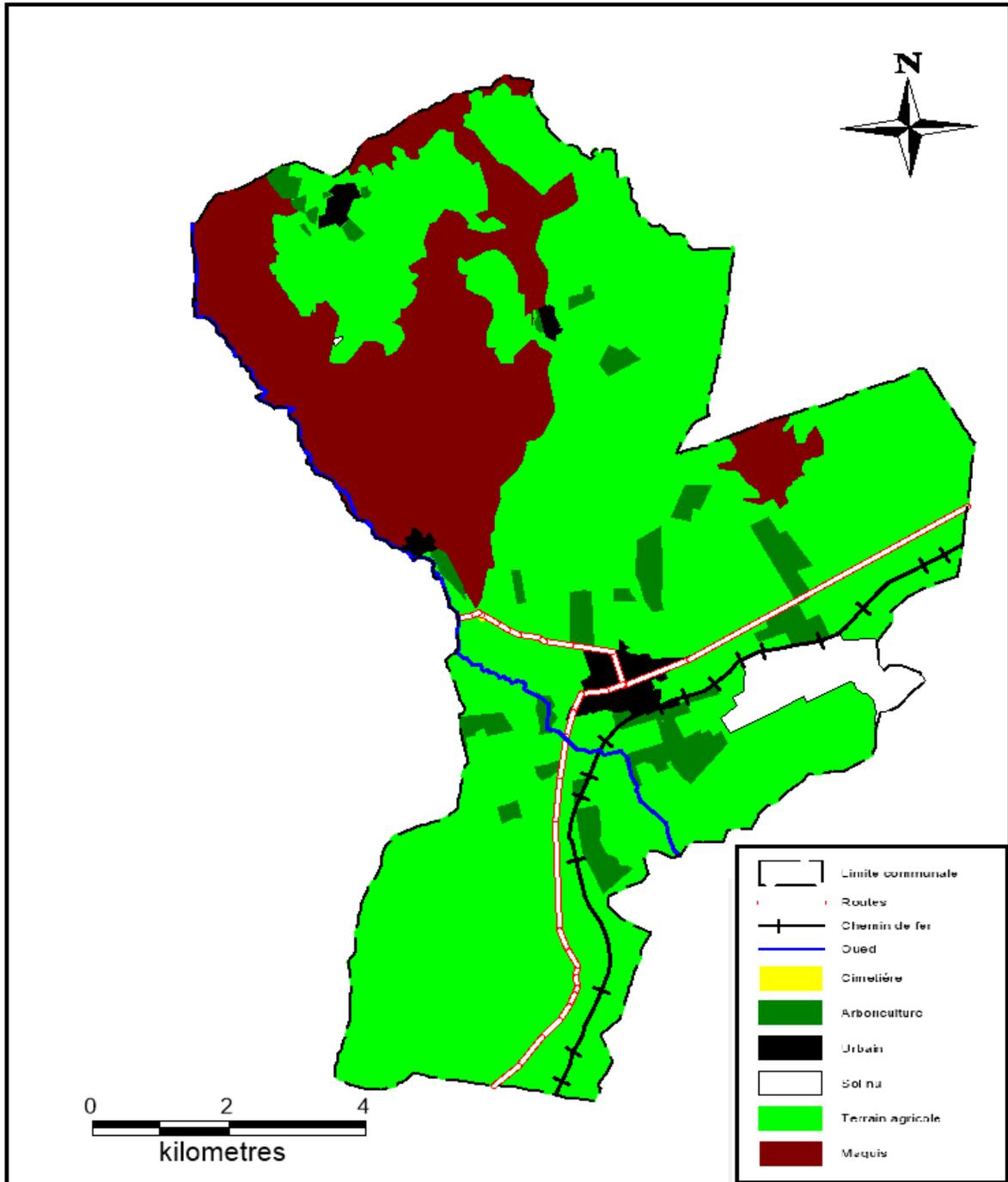


Figure 15. Carte de l'occupation du sol de la commune d'El Amria en 1987.

L'occupation du sol de la commune d'El Amria en 2008

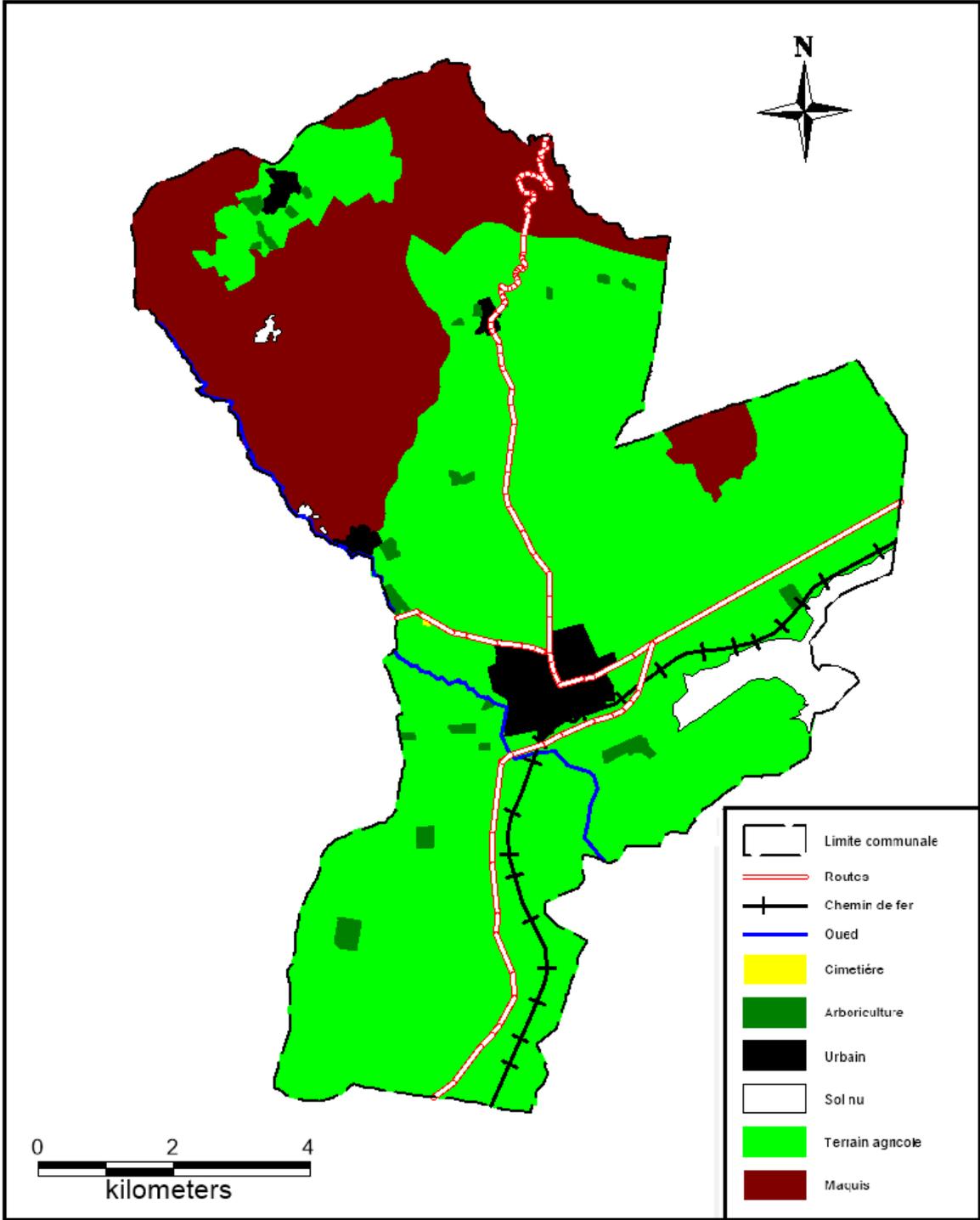


Figure16. Carte de l'occupation du sol de la commune d'El Amria en 2008.

L'occupation du sol de la commune d'El Amria en 2021

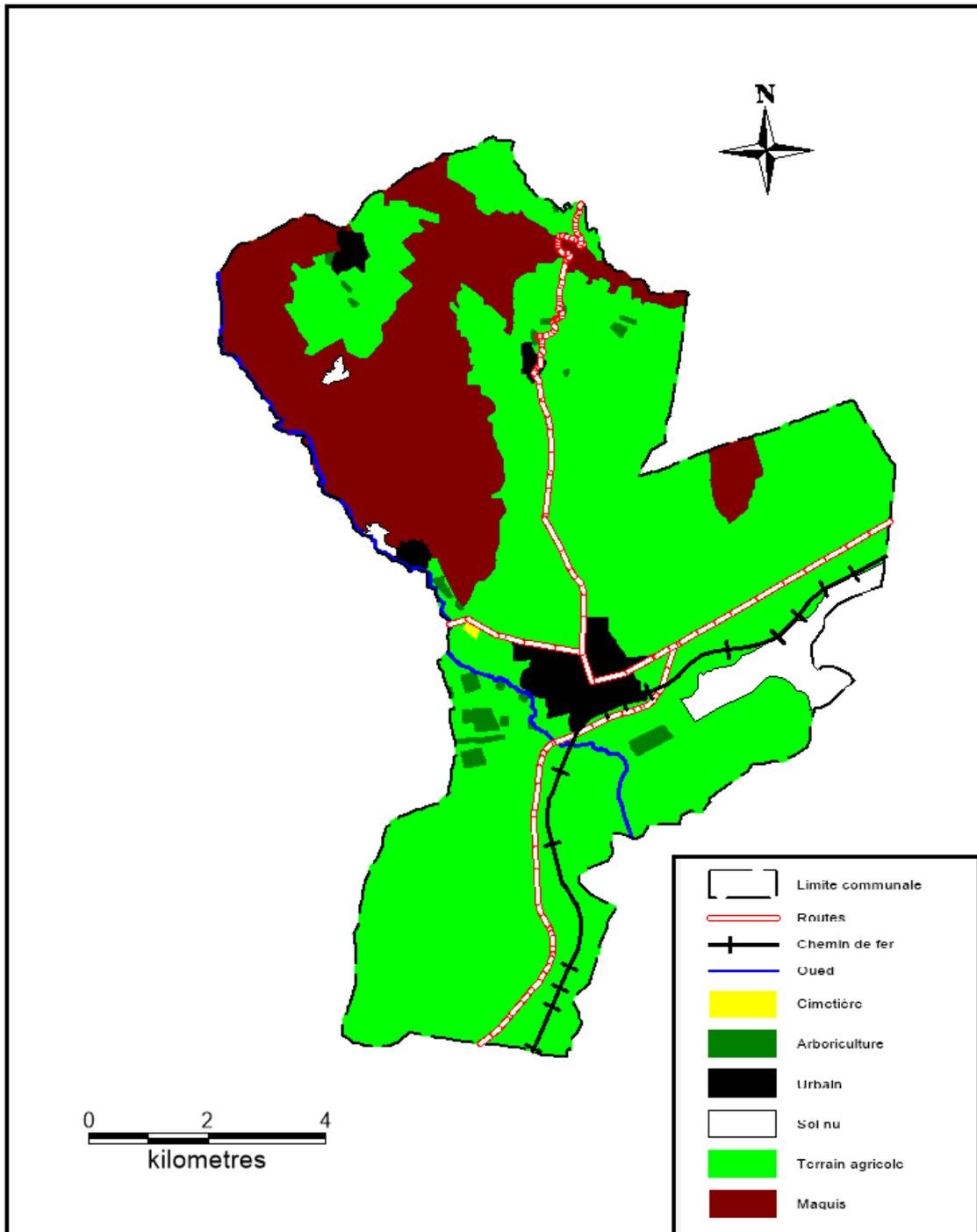


Figure 17. Carte de l'occupation du sol de la commune d'El Amria en 2021.

Le tableau suivant représente la répartition des superficies selon chaque classe de l'occupation du sol pendant les trois années (1987, 2008, 2021), sachant que les superficies sont calculées automatiquement par le logiciel MapInfo:

Tableau 8. Superficies des classes d'occupation du sol des images (1987,2008,2021).

classes	surfaces					
	1987		2008		2021	
	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%
maquis	1979	21,78	2280	25,09	2177	23,97
terrain agricole	6294	69,28	6250	68,80	6265	68,97
arboriculture	429,8	4,73	79	0,86	74,3	0,81
urbain	161	1,77	250,2	2,75	290,7	3,2
sol nu	219,4	2,41	223,9	2,46	271,9	2,99
cimetière	0,5	0,005	1,1	0,01	5	0,05
				Total	9084	100

IV.3. Evolution de l'occupation du sol :

Afin de montrer l'évolution de chaque classe d'occupation du sol au cours du temps, nous avons comparé les résultats issus de la classification des images satellitaires, et les surfaces des unités d'occupation du sol des trois cartes. À cet effet nous avons établi un calcul statistique de superficies des classes d'occupation du sol pour chaque date puis un calcul de changement entre les dates de prise de vue de nos images exprimés en hectare et en pourcentage.

Le tableau résume les différents calculs statistiques d'évolution des classes d'occupation du sol qui ont été établis pour chaque date :

Tableau 9. Changements de l'occupation du sol entre 1987,2008 et 2021.

classes	changements								
	1987/2008			2008/2021			1987/2021		
	(ha)	%	TC(%)	(ha)	%	TC(%)	(ha)	%	TC(%)
maquis	301	15	0,71	-103	-5	-0,4	198	10	0,29
terrain agricole	-44	-1	-0,05	15	0,2	0,02	-29	-0,5	-0,01
arboriculture	-350,8	-82	-3,9	-4,7	-6	-0,5	-355,5	-83	-2,44
urbain	89,2	55	2,62	40,5	16	1,23	129,7	81	2,38
sol nu	4,5	2	0,1	48	21	1,62	52,5	24	0,71
cimetière	0,6	120	5,71	3,9	355	27,3	4,5	900	26,5

- Calcul du changement : est la différence entre la superficie de l'année 2019 (Nouvelle) et la superficie de l'année 2008 (Ancienne).
- Calcul du pourcentage du changement (Taux d'évolution) : est représenté par la formule $((\text{Nouvelle}-\text{Ancienne}) / \text{Ancienne}) * 100$.
- Le taux d'accroissement annuel (TC) : est défini par le rapport du taux d'évolution par rapport à la différence du nombre d'année.

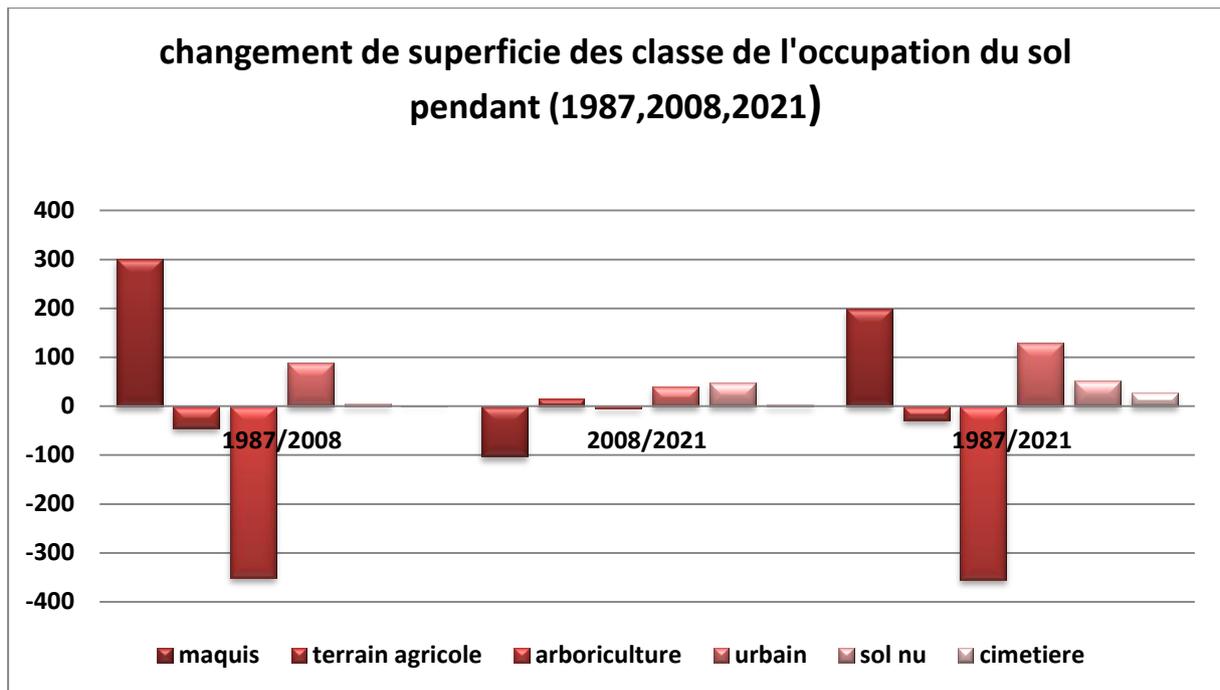


Figure 18. Changement de superficie des classe de l'occupation du sol pendant (1987,2008, 2021)

L'analyse des valeurs montre que les valeurs positives indiquent « une progression » de la surface de la classe pendant la période analysée et les valeurs négatives indiquent « une régression » c'est-à-dire une perte de surface d'une classe analysée, tandis que les valeurs proches de zéro indiquent « une stabilité » c'est a dire que la classe reste relativement stable entre les deux dates.

Après l'établissement des calculs des changements entres les surfaces des classes de l'occupation du sol entre les dates 1987,2008 et 2021, on peut faire ressortir les résultats suivants :

IV.3.1. Evolution de l'occupation entre 1987 et 2008 :

Sur le tableau 11, on observe que la classe dont la surface la plus stable dans cette période est la classe du « terrain agricole » (TC=-0.05%) et « sol nu » (TC=0.1%), outre il s'agit la classe « urbain » qui est la plus étendue (TC=2.62%), puis la classe du « maquis » (TC=0.71%) et « cimetière » (TC=5.71%) qui ont

reconnu aussi un changement progressif, une autre classe qui montre un fort changement est la classe « arboriculture » qui a perdu une proportion considérable de sa surface (TC= -3.9 %).

Donc, on conclure que les classes qui présentent une importante progression est celle de l'urbain, maquis et cimetière. est la classe de l'arboriculture présente une forte régression, tandis que la classe du terrain agricole reste stable.

IV.3.2. Evolution de l'occupation entre 2008 et 2021 :

Pendant cette période nous pouvons percevoir plus clairement des changements importants tel que la progression de la classe de « l'urbain » (TC=1.23%), et les classe « sol nu » (TC=1.62%) et la classe « cimetière » (TC=27.3%).

En outre les classes du « maquis » et « arboriculture » présentent une perte de leur surfaces avec un TC= -0.4% et -0.5%. Tandis que la classe du « terrain agricole » présente une faible progression quantifiée par (TC=0.02%).

Durant cette période nous observons que les changements ne sont pas aussi importants que durant la période précédente.

IV.3.3. Evolution de l'occupation entre 1987 et 2021 :

Sur le tableau 11 et la figure.. nous observons l'ensembles des résultats obtenus à partir du calcul des changements et des taux par trois périodes du temps 1987-2008 (21 ans), 2008-2021 (13 ans), et 1987-2021 (34 ans).

Nous pouvons constater que les changements les plus spectaculaires ont eu lieu entre 1987 et 2008, les deux autres comparaisons montrent des changements plus modérés. Cependant, nous pouvons observer que dans les trois cas la classe « urbain » présente 2.38% des augmentations de surface, ainsi la classe du « sol nu » et « cimetière », indiquant une progression

constante pendant la période analysée. Et la classe « arboriculture » présente une régression pendant toute la période (TC=-2.44%). Outre la classe « terrain agricole » apparemment c'est la classe la plus stable, elle présente une faible perte de sa surface (TC=-0.01%).

IV.4. Conclusion :

Pour pouvoir établir que les changements observés sur les images correspondent effectivement à des variations de l'occupation du sol durant ces 34 dernières années, nous avons constaté que les changements les plus importants ont eu lieu dans la première période analysée (1987-2008) et qu'ils concernent essentiellement les classes « urbain » et « cimetière » qui ont connu les plus grandes progressions, et la classe « arboriculture » qui a la plus forte régression. En revanche, les changements opérés pendant la deuxième période (2008-2021) sont importants, même si on observe une légère progression ou régression des surfaces des classes.

L'analyse de l'ensemble de la période (1987-2021) nous permet de corroborer l'hypothèse d'un accroissement de l'anthropisation du milieu dans la région d'El Amria, si l'on constate que les zones agricoles ont été peu touchées pendant ces 34 dernières années, on observe toutefois, de légers signes d'anthropisation à l'intérieur de la zone agricole, tels que l'apparition des petits villages. Par ailleurs, on observe aussi une importante régression de l'arboriculture liée ou cédée à la culture des vignobles et remplacée par la céréaliculture.

Conclusion générale

Ce travail a pour but de produire des cartes de l'occupation du sol à partir de nouvelles séries temporelles des images satellitaires comme celles fournies par les capteurs Sentinel et Landsat. La démarche a consisté à évaluer, estimer les changements intervenus dans la commune d'El AMRIA.

La méthode d'analyse diachronique, basée sur la comparaison des images satellitaires, a permis d'apprécier la dynamique urbaine et rurale au cours d'une période de trois décennies (1987-2008-2021). Elle a permis aussi, par la confrontation des résultats avec les analyses des données démographiques des quatre derniers recensements, de mieux comprendre l'impact de l'accroissement de la population sur l'extension des agglomérations d'El Amria. Durant cette période de 1987 à 2021, l'ampleur de l'extension spatiale de ces agglomérations donne une idée sur la consommation des terrains agricoles.

Aborder l'analyse des mutations dans un espace quelconque et notamment celui rural requiert une méthodologie à plusieurs facettes. D'ou sa complexité et les difficultés rencontrées. Mais avant tout l'analyse de l'espace en est l'étape incontournable, primordiale. L'outil cartographique en utilisant divers documents et démarches est le plus approprié.

L'utilisation de la télédétection et les outils SIG ainsi que les investigations ont permis l'identification de six unités naturelles et leurs superficies. Les résultats obtenus montrent que notre zone d'étude dans une évolution constante liée avec les facteurs anthropique au détriment des terres agricoles.

Bibliographie

DERDJINI HAMZA, 2017. Cartographie des changements de l'occupation du sol dans la plaine de la Mitidja à partir des images Landsat. Mémoire de Master, pp1-2 Chapitre III.

DUBOIS David, 2009. ENVIRONNEMENT LOGICIEL D'EXPLOITATION DES IMAGES SATELLITAIRES POUR FACILITER LA GESTION DES CATASTROPHES MAJEURES, pp06, 17, 18.

Jean-Christophe Desconnets, 2017. Recherche d'information spatio-temporelle: Application aux images satellitaires, pp51.

KADDOUR.N, 2017. CARACTERISATION, CLASSIFICATION, ET STATISTIQUE MULTI VARIABLE DES EAUX DU BASSIN VERSANT DE L'OUED EL MALAH (NW ALGERIEN), pp23.

Lambin, EF. Et al, 2001. The causes of land-use and land-cover change : moving beyond the myths. Global Environmental Change, 11, pp 251-269.

MAMADOU adama sarr, 2009. Cartographie des changements de l'occupation du sol entre 1990 et 2002 Dans le nord du Sénégal (Ferlo) à partir des images landsat, pp 36.

MERABET Yamina, 2006. Les mutations recentes de l'espace agricole : cas de la commune d'EL Amria, wilaya de Ain Temouchent, pp19-20.

MOHAMED-BRAHIM.M, 1980. La revolution agraire dans la commune d'El Amria, pp01.

NAHNOUH.I, GUENOUNI.S, 2020. 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 Sig), pp19.

NOYOLA-MEDRANO, CRISTINA, Mering, Catherine, Rojas Betren, Marco Antonio, 2008. Evaluation du changement de l'occupation du sol a laide des images landsat et spot: champ volcanique de la sierra chichinautzen (Mexique), pp6.

SMAHI Zakaria, 2019. ETUDE DE LA DYNAMIQUE CÔTIÈRE DE L'OUEST ALGERIEN PAR UTILISATION DE LA TELEDETECTION ET DES SYSTEMES D'INFORMATION GEOGRAPHIQUES, pp33-40.

Vägen, T.G. 2006. Remote sensing of complex land use change trajectories-a case study from the highlands of Madagascar. Agriculture, Ecosystems & Environment, 115, pp219-228