



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

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

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية العلوم الطبيعية والحياة

Département : Biologie et Ecologie Végétale

قسم: البيولوجيا وعلم البيئة النباتية

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

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Protection des écosystèmes

Intitulé :

Etude diachronique de la végétation forestière dans la wilaya de Sétif

Présenté et soutenu par : BENKHELFI Rayene et BOUCHACHOUA Khouloud

**Le : Septembre 2021
(À distance)**

Jury d'évaluation :

Président du jury : GANA Mohamed

MCB - UFM Constantine 1.

Rapporteur : ARFA Azzedine Mohamed Touffik

MCB - UFM Constantine 1.

Examineur : BENDERRADJI Mohamed El Habib

Prof - UFM Constantine 1.

*Année universitaire
2020 – 2021*

REMERCIEMENTS

Remerciement ♥

Tout d'abord nous tenons à remercier ALLAH le tout puissant de nous avoir donné la santé, la volonté, le courage et la patience pour mener à terme notre formation et pourvoir réaliser ce travail de recherche.

*En guise de reconnaissance, nous tenons à remercier, très sincèrement, notre encadreur **Dr Arfa Azzedine Mohamed Touffik**, nous avons eu l'honneur et la chance de bénéficier de ses connaissances et compétences, de ses précieux conseils et de son suivi tout au long de notre étude. Son sens élevé du devoir, le fait d'être toujours à l'écoute ainsi que sa rigueur scientifique impose l'estime et le respect.*

Merci beaucoup monsieur.

*Nos remerciements vont également à tous les membres de jury **Pr Benderradji Mohamed El Habib** et **Dr Gana Mohamed** pour leur présence, pour leur lecture attentive de ce mémoire, ainsi que pour les remarques qu'ils adresseront lors de cette soutenance afin d'améliorer notre travail. Ainsi nous espérons que vous allez voir, dans ce manuscrit, les fruits du dévouement avec lequel vous avez fait preuve durant les enseignements que vous nous avez prodigués.*

Nous tenons également à remercier nos collègues présents et absents sans exception, pour tous les moments que nous avons partagés et pour leur soutien moral.

De peur d'en avoir oublié, nous souhaitons remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de ce parcours universitaire.

Bouchachoua Khoufoud

& Benkhelfi Rayene

DEDICACES

Dédicace♥

Je dédie ce modeste travail

A ALLAH

Le Tout Puissant, le très miséricordieux d'avoir permis à ce travail d'aboutir à son terme.

Au PROPHETE MOHAMED paix et salut sur lui.

A mon père : « Halim »

Toi qui m'a toujours dit de prioriser les études. Homme modeste, humble, l'admiration que j'ai pour toi est sans limite. L'amour que tu as porté à tes enfants, l'éducation et le sens de l'honneur nous servent de modèle. Ce travail est tien.

A ma mère : « Fatima »

Toutes ces années d'études ne pouvaient être pour moi un succès sans tes bénédictions. Sois sûre mère que les leçons dispensées ont été bien apprises. Je souhaite que toutes les mamans soient comme toi afin que la paix puisse régner dans le monde entier. Dieu seul pourra te récompenser.

A ma chère sœur **Abir** et son mari **Bachir**, mes chers frères, **Housseem** et **Khalil**

A meilleure amie : « Khouloud Hamadouche »

Qui a été toujours là pour moi

Je dédie aussi ce travail à ma chère tante : **Amouta Ghania**

À mon encadreur monsieur **Arfa A.M.T**, à la famille **Laagagna**, mes amis (Rahma et Lina), mes collègues, mes enseignants du cycle primaire, moyen, secondaire, universitaire et tous ceux qui m'estiment.

Benkhelfi Rayene

Dédicace

Je dédie ce travail à mon père, ma mère et toutes mes sœurs, mes premiers soutiens et ma plus grande force. Merci pour votre soutien matériel et moral, et surtout votre amour. Tout ce que je souhaite c'est que vous soyez fier de moi aujourd'hui et je demande à Dieu de m'aider à rendre ne serait-ce qu'une petite partie de vos honoraires.

*A mon binôme Rayene, à mes collègues sans exception et à mes amies **Ibtissem** et **Yousra**, Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées, vous êtes pour moi des sœurs et des amies sur qui je peux compter. En témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.*

A toute ma famille, aucun langage ne saurait exprimer mon respect et ma considération pour votre soutien et encouragements. Je vous dédie ce travail en reconnaissance de l'amour que vous m'offrez quotidiennement et votre bonté exceptionnelle. Que Dieu le Tout Puissant vous garde et vous procure santé et bonheur.

À tous ceux qui m'aiment... je les remercie tous.

BOUCHACHOUA KHOULOUD

SOMMAIRE

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Table des illustrations

Introduction 1

Chapitre I : Présentation des massifs forestiers de la wilaya de Sétif 2

1. Localisation géographique de la wilaya de Sétif 2

2. Relief et pédologie 2

2-1. La zone montagneuse 2

2-2. La zone des hautes plaines 3

2-3. La zone du Sud et du Sud-est 3

3. Présentation de la végétation forestière de la wilaya de Sétif 4

3-1. Répartition géographique des forêts domaniales 4

3-1-1. La forêt d'Ouled Rezzoug..... 4

3-1-2. La forêt de Taza 4

3-1-3. La forêt de Tafat 5

3-1-4. La Forêt de Laânini 5

3-1-5. La forêt de Beni Chebana 5

3-1-6. La forêt de Laârache 5

3-1-7. La forêt de Babor 6

3-1-8. La forêt de Laâlem 6

3-1-9. La forêt de Chaâbet El Akhera 6

3-1-10. La forêt de Tamentout 7

3-1-11. La forêt de Beni Foughal 7

3-1-12. La forêt de Boutaleb 7

3-2. Répartition géographique des espèces végétales dans les forêts de la wilaya de Sétif 8

3-2-1. Le cèdre de l'Atlas (<i>Cedrus atlantica</i>)	8
3-2-2. Le chêne vert (<i>Quercus ilex</i>)	9
3-2-3. Le pin d'Alep (<i>Pinus halepensis</i> Mill)	9
3-2-4. Chêne zeen (<i>Quercus canariensis</i>) et Chêne liège (<i>Quercus suber</i>)	9
Chapitre II : Matériels et méthodes	10
1. Méthodologie de travail	10
1-1. Acquisition des images satellites	10
1-2. Sélection des dates	11
1-3. Prétraitements des images	11
1-4. Calcul de l'indice de végétation NDVI	11
1-5. Classification de l'NDVI	12
1-6. Détection du changement	13
1-7. Changement de la végétation suivant les types de formations forestières	13
1-8. Expression des résultats sous forme de cartes, tableaux et graphiques	13
2. Données utilisées (Images Landsat 5 TM et Landsat 8 OLI)	13
3. Logiciels utilisés	15
3-1. ENVI 5.1	15
3-2. ArcGIS 10.1	15
Chapitre III : Résultats et discussion	16
1. Acquisition des images satellitaires et sélection des dates	16
2. Prétraitement	16
3. Classification supervisée de l'NDVI des différentes dates	16
4. Détection des changements de la végétation forestière entre les différentes dates	19
4-1. Evolution de la végétation forestière de la wilaya de Sétif entre 1984 et 1993	20
4-2. Evolution de la végétation forestière de la wilaya de Sétif entre 1993 et 2001	21
4-3. Evolution de la végétation forestière de la wilaya de Sétif entre 2001 et 2010	22
4-4. Evolution de la végétation forestière de la wilaya de Sétif entre 2010 et 2019	23

4-5. Evolution de la végétation forestière de la wilaya de Sétif entre 1984 et 2019	24
5. Bilan de l'évolution de la végétation forestière de la wilaya de Sétif entre 1984 et 2019 par type de formation	25
5-1. Les forêts	25
5-1-1. Les forêts de cèdre	25
5-1-2. Les forêts de chêne liège	26
5-1-3. Les forêts de chêne zeen	26
5-1-4. Les forêts de pin d'Alep	27
5-1-5. Les forêts de peuplier	28
5-2. Les maquis arborés	28
5-2-1. Les maquis arborés de chêne liège	28
5-2-2. Les maquis arborés de chêne vert	29
5-3. Les maquis	30
6. Synthèse globale de l'évolution de la végétation forestière dans la wilaya de Sétif	30
Conclusion	32
Références bibliographiques	
Résumés	

TABILE IDIES
ILLUSTRATIONS

Table d'illustration

Figures

Figure 1 : Situation géographique de la wilaya de Sétif	2
Figure 2 : Topographie de la wilaya de Sétif	3
Figure 3 : Formations végétales de la wilaya de Sétif	8
Figure 4 : Synthèse méthodologique	9
Figure 5 : Classification supervisée de l'NDVI (30/06/1984)	17
Figure 6 : Classification supervisée de l'NDVI (09/07/1993)	17
Figure 7 : Classification supervisée de l'NDVI (29/06/2001).....	18
Figure 8 : Classification supervisée de l'NDVI (08/07/2010).....	18
Figure 9 : Classification supervisée de l'NDVI (17/07/2019).....	19
Figure 10 : Evolution de la végétation forestière de la wilaya de Sétif (1984-1993).....	20
Figure 11 : Evolution de la végétation forestière de la wilaya de Sétif (1993-2001)	21
Figure 12 : Evolution de la végétation forestière de la wilaya de Sétif (2001-2010)	22
Figure 13 : Evolution de la végétation forestière de la wilaya de Sétif (2010-2019)	23
Figure 14 : Evolution de la végétation forestière de la wilaya de Sétif (1984-2019)	24
Figure 15 : Evolution des forêts de cèdre dans la wilaya de Sétif (1984-2019)	25
Figure 16 : Evolution des forêts de chêne liège dans la wilaya de Sétif (1984-2019).....	26
Figure 17 : Evolution des forêts de chêne zeen dans la wilaya de Sétif (1984-2019)	27
Figure 18 : Evolution des forêts de pin d'Alep dans la wilaya de Sétif (1984-2019)	27
Figure 19 : Evolution des forêts de peuplier dans la wilaya de Sétif (1984-2019)	28
Figure 20 : Evolution des maquis arborés de chêne liège dans la wilaya de Sétif (1984-2019)	29
Figure 21 : Evolution des maquis arborés de chêne vert dans la wilaya de Sétif (1984-2019)	29
Figure 22 : Evolution des maquis dans la wilaya de Sétif (1984-2019)	30
Figure 23 : Bilan des surfaces forestières incendiées dans la wilaya de Sétif (1985-2019)	31

Tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques des satellites Landsat TM 5 et Landsat 8 OLI	14
Tableau 2 : Dates et caractéristiques des images satellites choisies	16

Photos

Photo 1 : Landsat TM 5	14
Photo 2 : Landsat 8 OLI.....	14

INTRODUCTION

INTRODUCTION

La wilaya de Sétif, vue sa localisation géographique, constitue un foyer important de biodiversité en Algérie, par la présence de forêts exceptionnelles abritant des espèces rares et protéger sur le plan national, mais la vérité frappante pour ceux qui s'intéressent à ce domaine est le flagrant manque / inexistence de cartes décrivant les richesses floristiques et permettant une gestion efficace de ce patrimoine.

Les forêts de la wilaya de Sétif ont été exposés a de nombreux problèmes naturels due essentiellement aux incendies, au surpâturage, aux défrichements, et à la pression humaine, entraînant la disparition de certaines forêts et une diminution de densité dans d'autres.

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

L'objectif de ce travail est de faire une étude diachronique de l'évolution de la végétation forestières par télédétection, à partir d'images satellitaires Landsat, depuis 1984 jusqu'à 2019, au niveau de la wilaya de Sétif.

L'approche méthodologique consiste à classifier l'NDVI (classification supervisée) des images acquises et détecter les changements dans le couvert végétal dans les cinq périodes choisies : 1984-1993, 1993-2001, 2001-2010, 2010-2019 et 1984-2019.

Toutes les données obtenues au cours de ce travail seront organisées dans une base de données géographique. Cette base de données permettra aux décideurs et gestionnaires de disposer d'informations complètes et précises pour la gestion, le suivi et la protection des ressources forestières naturelles au niveau de la wilaya de Sétif.

CHAPITRE I :
PRESENTATION DES
MASSIFS FORESTIERS
DE LA WILAYA
DE SETIF

Chapitre I : Présentation des massifs forestiers de la wilaya de Sétif

1. Localisation géographique de la wilaya de Sétif

La wilaya de Sétif est située sur les hautes terres de l'Est algérien. Elle est comprise entre les parallèles 35°36'58" et 36°35'45" Nord et les méridiens 4°43'52" et 6°1'37" Est. Avec une superficie de 6549, 64 km², elle comprend 60 communes regroupées autour de 20 daïras.

La wilaya de Sétif est limitée au Nord par les wilayas de Bejaia et Jijel, à l'Est par la wilaya de Mila, au Sud par les wilayas de Batna et M'sila et à l'Ouest par la wilaya de Bordj Bou Arreridj (fig.1).

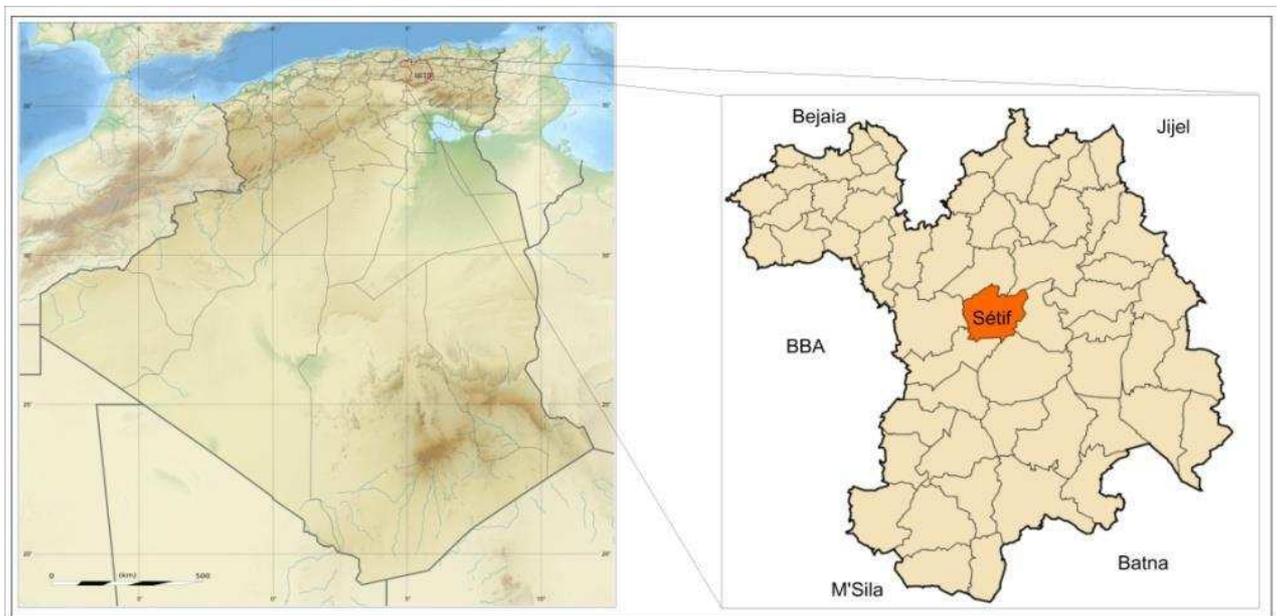


Figure 1 : Situation géographique de la wilaya de Sétif.

2. Relief et pédologie

Le relief de la wilaya de Sétif se divise en trois principales zones : la zone montagneuse, la zone des hautes plaines et la zone du Sud et Sud-est (fig. 2).

2-1. La zone montagneuse

Elle se situe au Nord de la wilaya et couvrent 84,43% de la superficie. Elle se compose des monts des Babors et des Bibans, ainsi que les monts du Hodna (Djebel Boutaleb, 1890 m). La majeure partie de cette zone est couverte par des sols calcaires ainsi que des alluviaux.

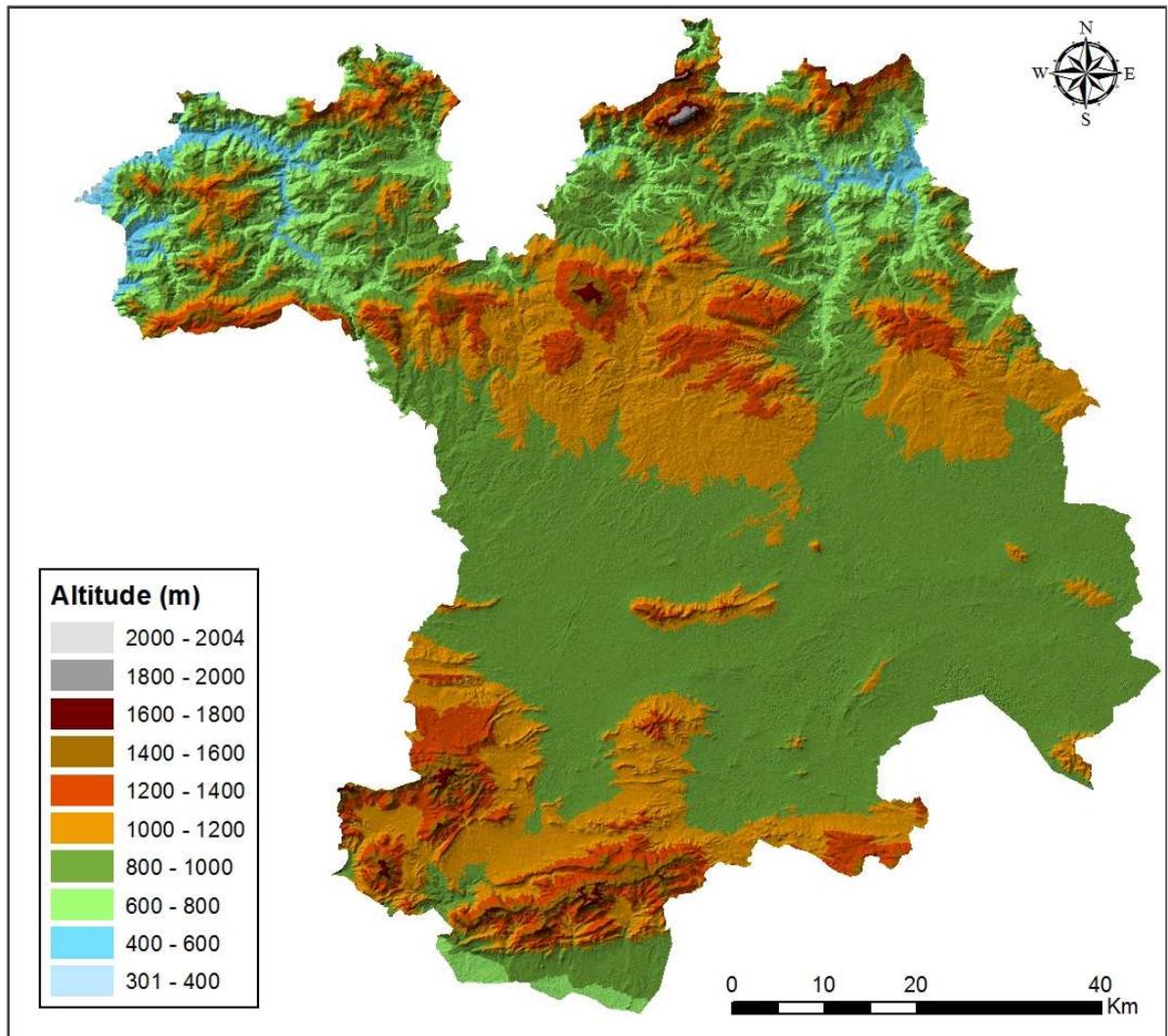


Figure 2 : Topographie de la wilaya de Sétif.

2-2. La zone des hautes plaines

La zone des hautes plaines se situe au centre de la wilaya, elle couvre une superficie de 3217,19 km² et s'élève à une altitude oscillant entre 900 et 1200 m. Cette zone comprend des collines et quelques montagnes, dont les plus importantes sont, Djebel Megress, Djebel Braou et Djebel Youcef. Dans cette région on rencontre surtout des sols calciques et calcaires dont la qualité est variable d'un lieu à un autre. Les uns s'amincissent et deviennent caillouteux.

2-3. La zone du Sud et du Sud-est

Il s'agit d'une zone basse qui s'étend au sud et au Sud-est de la wilaya, elle se compose de Chotts, tels que le Chott El-Beida dans la région de Hammam Soukhna, Chott El Frein à Ain Lahdjar et celui d'El Melloul près d'Ain Oulmen. La superficie de cette zone est de 461,8 km². Les sols de cette zone sont salins avoisinant les chotts et les sebkhas. (Zerroug, 2012).

3. Présentation de la végétation forestière de la wilaya de Sétif

3-1. Répartition géographique des forêts domaniales

La végétation forestière traduit dans sa répartition les conditions climatiques et topographiques de la région où elle se trouve. La végétation de la wilaya de Sétif se condense dans trois grandes parties (Zerroug, 2012) :

- **Nord-Ouest** : concerne 14 communes et compte sept forêts domaniales : Ouled Rezzoug, Taza, Tafat, Laânini, Beni Chebana, Laârache et Beni Selimane, totalisant une surface de 13.619 ha, soit 20 % de l'ensemble de la superficie forestière de la wilaya de Sétif.
- **Nord Est** : concerne 8 communes et compte cinq forêts domaniales, à savoir : Babor, Laâlem, Chaâbet El Akhera, Tamentout et Beni Foughal, avec un total de 8.732 ha (13%).
- **Sud Est** : concerne 5 communes et compte deux forêts domaniales, à savoir Boutaleb et Righa Dhahra d'une surface totale de 41.643 ha (61%).

3-1-1. La forêt d'Ouled Rezzoug

Elle appartient administrativement à la circonscription de Bougaa, et occupe les djebels de Ghar El Ma, Grine, Es Sarsarat, Takambat, et Boukhemis. Cette forêt s'étend sur une superficie de 4962 ha et le point le plus haut culmine à 1440 m d'altitude. Sa structure physique est montagneuse, elle se caractérise par une orographie de direction Est-Ouest. Elle est située dans un étage bioclimatique semi-aride à hiver frais, avec une pluviométrie annuelle de 500mm concentré en hiver et au printemps.

La forêt d'Ouled Rezzoug présente un seul type de formation végétale, le matorral, dont l'espèce principale est le chêne vert (Zerroug, 2012).

3-1-2. La forêt de Taza

La forêt de Taza appartient administrativement à la circonscription de Bougaa, elle occupe les djebels de Dellaga, Boumoussi, et Ras Agouf, et s'étend sur une superficie de 1185 ha. Elle est localisée dans un étage bioclimatique semi-aride à hiver frais, avec une pluviométrie annuelle de 500 mm répartie entre hiver et printemps.

La forêt de Taza comporte deux types d'espèces, le chêne vert qui se présente sous forme de matorral essentiellement dans les monts d'Agouf et Boumoussi, et le pin d'Alep sous forme de forêt à Draa Kebila au bord de l'oued Bousellem (Zerroug, 2012).

3-1-3. La forêt de Tafat

Cette forêt appartient administrativement à la circonscription de Bougaa, d'une superficie de 1965 ha, elle occupe le Djebel de Tafat au Sud de la même ville. Elle est située dans un étage bioclimatique semi-aride à hiver frais, avec une pluviométrie annuelle comprise entre 400 et 500 mm concentré en hiver et printemps. La forêt de Tafat est dominée par le chêne vert qui se manifeste sous forme de matorral (Zerroug, 2012).

3-1-4. La Forêt de Laânini

La forêt de Laânini appartient administrativement à la circonscription de Bougaa, elle est localisée au sud de la commune de Ain Roua et occupe une surface de 234 ha. Le point le plus haut culmine à 1570 m d'altitude, elle se caractérise par une orographie de ligne directrice NNO-SSE. Elle est située dans un étage bioclimatique semi-aride à hiver frais avec une pluviométrie moyenne annuelle de 500 mm concentrée en hiver et au printemps. La forêt de Laânini est dominée par le chêne vert, sous forme de matorral (Zerroug, 2012).

3-1-5. La forêt de Beni Chebana

Appartenant administrativement à la circonscription de Bougaa, elle occupe les massifs d'Adrar El Djir, Sidi Atmous, Draa Hedid et Takintoucht. Localisée de part et d'autre de l'Oued Bousellem, la forêt de Beni Chebana s'étend sur une superficie de 994 ha et occupe un étage bioclimatique semi-aride à hiver frais, avec un taux de précipitation annuelle de 500 mm répartie en hiver et printemps.

Cette forêt renferme deux espèces dominantes : le chêne vert, essentiellement sous forme de matorral, et le pin d'Alep (Zerroug, 2012).

3-1-6. La forêt de Laârache

La forêt de Laârache appartient administrativement à la circonscription de Bougaa, elle occupe les djebels d'Aourir Oubellout, Haidous, et Ait Khetal. Elle occupe une superficie de 211 ha, dans la commune de Beni Mouhli. Cette forêt est dominée par deux espèces, le chêne vert et le pin d'Alep (Zerroug, 2012).

3-1-7. La forêt de Babor

La forêt de Babor appartient administrativement à la circonscription de Ain El Kebira, elle occupe le massif du Babor sur une superficie de 2367 ha. Cette forêt est située dans un étage bioclimatique humide à hiver froid avec une pluviométrie moyenne annuelle de 600-800 mm concentré en hiver et printemps.

La forêt de Babor constitue un véritable foyer de biodiversité bien conservé, c'est le lieu de l'endémisme faunistique et floristique comme le cèdre de l'atlas, le peuplier tremble et le sapin de Numidie (Zerroug, 2012).

3-1-8. La forêt de Laâlem

Elle appartient administrativement à la circonscription d'Ain El Kebira, elle occupe les massifs de Tababort, Tachachit, El Mahoun et Aghil Aghouled. Elle s'étend sur une superficie de 944 ha et située dans un étage bioclimatique humide à hiver froid, avec une tranche pluviométrique annuelle de 600 à 800 mm concentré en hiver et printemps.

C'est une des forêts les plus riche et diversifier de la wilaya de Sétif :

- ✓ Au niveau du Tababort elle abrite des forêts riches en chêne vert, chêne zeen et cèdre de l'atlas à des altitudes comprises entre 1570 et 1890 m ;
- ✓ Dans le Tachachit on rencontre le chêne zeen, le chêne vert et le chêne liège à des altitudes comprises entre 570 m et 980 m ;
- ✓ A El Mahoun on rencontre le chêne vert, et le chêne liège à des altitudes comprises entre 600 et 1140 m ;
- ✓ A Aghil Aghouled elle abrite le cèdre de l'atlas, le chêne liège et le chêne vert à des altitudes comprises entre 740 et 1190 m (Zerroug, 2012).

3-1-9. La forêt de Chaâbet El Akhera

Appartenant administrativement à la circonscription d'Ain El Kebira, elle occupe les bas versants des djebels de Sidi Ahmed Bouhellal, Agouf et Djebel El Louaz, avec une superficie de 871 ha. Cette forêt est située dans un étage bioclimatique humide à hiver froid avec des précipitations comprises entre 600 et 700 mm/an.

La forêt de Chaâbet El Akhera comporte des formations végétales sous forme de matorral dont l'espèce dominante est le chêne vert qui se trouve dans un état très dégradé (Zerroug, 2012).

3-1-10. La forêt de Tamentout

La forêt de Tamentout appartient administrativement à la circonscription de Ain El Kebira, et occupe les massifs de Sidi Mimoun, Es Settara, Boukemmous et Ain Settah, sur une superficie est de 3176 ha. Elle est située dans un étage bioclimatique semi-aride à hiver frais avec une pluviométrie moyenne annuelle de 600 à 800 mm concentrée en hiver et au printemps.

La forêt de Tamentout abrite trois espèces dominantes : le chêne vert, le chêne zeen et le chêne liège (Zerroug, 2012).

3-1-11. La forêt de Beni Foughal

Elle appartient administrativement à la circonscription de Ain El Kebira et occupe le djebel d'El Halfa sur une superficie de 124 ha. Le point le plus haut culmine à 1140 m d'altitude, elle se caractérise par une orographie de direction NE-SSO. Cette forêt est située dans un étage bioclimatique semi-aride, avec une pluviométrie comprise entre 500 et 600 mm/an concentré en hiver et printemps.

La forêt de Beni Foughal présente un matorral très dégradé, dont l'espèce dominante est le chêne vert (Zerroug, 2012).

3-1-12. La forêt de Boutaleb

Elle appartient administrativement à la circonscription de Ain Oulmen, et occupe le djebel Boutaleb. Cette forêt s'étend sur une superficie de 2800 ha et le point le plus haut culmine à 1830 m d'altitude. La structure physique de la forêt est montagneuse, elle se caractérise par une orographie de direction E-O. La forêt est située dans un étage bioclimatique semi-aride à hiver frais, avec une pluviométrie de 200 mm/an concentré en hiver et au printemps.

La forêt présente plusieurs types de formations végétales sous forme de forêt, matorral, pelouse et steppe. Trois espèces principales dominant dans la forêt de Boutaleb, le pin d'Alep, le chêne vert et le cèdre de l'atlas (Zerroug, 2012).

3-2. Répartition géographique des espèces végétales dans les forêts de la wilaya de Sétif

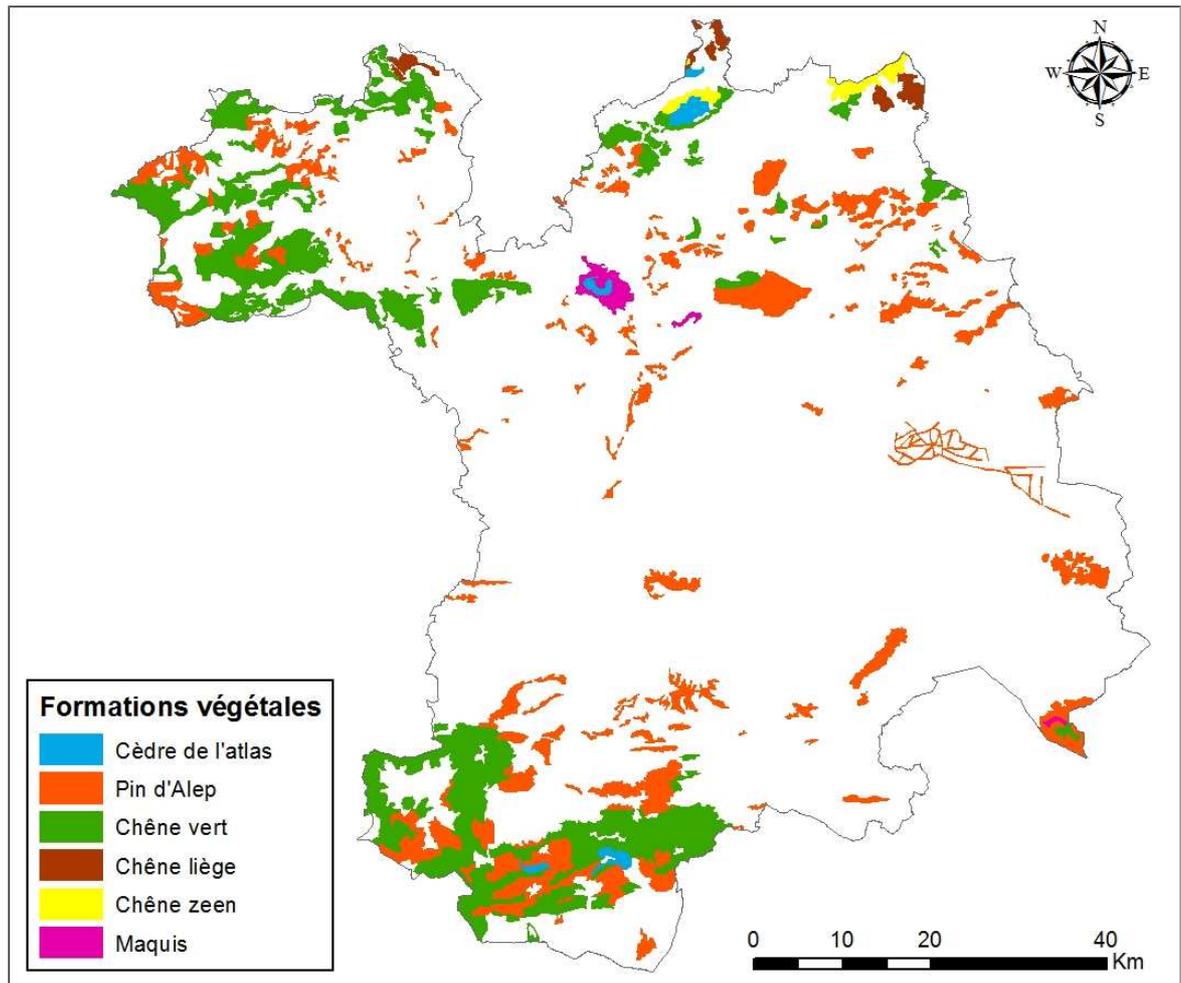


Figure 3 : Formations végétales de la wilaya de Sétif.

3-2-1. Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*)

Le cèdre de l'Atlas est une espèce essentiellement montagnarde originaire du Nord d'Afrique. Son aire naturelle s'étend en Algérie principalement sur les deux chaînes de l'Atlas Tellien et l'Atlas Saharien (Hainry et Colombet, 2009).

Il se développe essentiellement dans les variantes froides des ambiances climatiques subhumides, humides et per-humides. Son optimum bioclimatique correspond à l'étage montagnard méditerranéen entre 1600 m et 2000 m (M'hirit et Samih, 1994).

Il se rencontre à Sétif essentiellement dans les forêts de Babor, Boutaleb et Tababort où il occupe les altitudes comprises entre 1400 et 1900 m et constitue des forêts dont les arbres, droits et élancés atteignent des dimensions remarquables, jusqu'à 2 m de diamètre et 40 m de hauteur. La strate arbustive est constituée d'un mélange de chêne vert et de cèdre de l'atlas relativement jeune (fig. 3).

3-2-2. Le chêne vert (*Quercus ilex*)

La deuxième espèce qui vient directement après la formation du cèdre est celui du chêne vert. C'est un arbre très robuste avec un tronc court et souvent tortueux, d'une grande plasticité, on peut le trouver aussi bien en plaine qu'en montagne et ce jusqu'à une altitude de 1800 m. Il peut supporter aussi bien les chaleurs des étés que le froid des hautes montagnes algériennes (Quezel, 1976).

C'est l'essence la plus répandue dans notre zone d'étude, et même dans tout le bassin méditerranéen où il occupe six millions d'hectares dont 700 000 ha en Algérie (Dahmani, 2002).

Le chêne vert peut se retrouver en sous-bois avec le cèdre et le pin d'Alep. Cette essence peut pousser dans les monts de Sétif dans une très large fourchette altitudinale qui varie de 570 à 1600 m. Il prend toute son extension notamment sur les forêts de Ouled Rezzoug, Taza et Tafatet et se présente à l'état de matorral et matorral arboré (fig. 3).

3-2-3. Le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill)

Le pin d'Alep se développent essentiellement aux étages thermo et méso-méditerranéens (Quezel, 1986).

Dans la wilaya de Sétif le pin d'Alep est surtout visibles dans la forêt de Boutaleb où il forme des forêts denses sur le versant nord et le versant sud, il se rencontre à des altitudes comprises entre 1000 et 1300 m avant de laisser la place au peuplements de chêne vert (fig. 3). On le rencontre aussi dans les forêts de Laârache, Taza et Beni Chebana en concurrence avec le chêne vert (Zerroug, 2012).

3-2-4. Chêne zeen (*Quercus canariensis*) et Chêne liège (*Quercus suber*)

Le chêne zeen est présent dans les variantes tempérée et fraîche du bioclimat humide, mais il s'aventure, avec un rôle souvent subordonné, dans les peuplements forestiers de la variante froide. Il peut aussi se développer dans le subhumide frais, et il n'est pas absent de l'humide chaud. Le chêne liège se localise dans les étages bioclimatiques Subhumide et per-humide, quelques ilots se trouvent dans le climat semi-aride. Le chêne zeen et le chêne liège marquent leurs présences dans les limites nord de Sétif (fig. 3) notamment à Tamentout (chêne liège et chêne zeen), Laâlem (chêne liège et chêne zeen), Babor (chêne zeen), et Beni Selimane (chêne liège) (Zerroug, 2012).

CHAPITRE II :
MATÉRIELS ET
MÉTHODES

Chapitre II : Matériels et méthodes

1. Méthodologie de travail

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

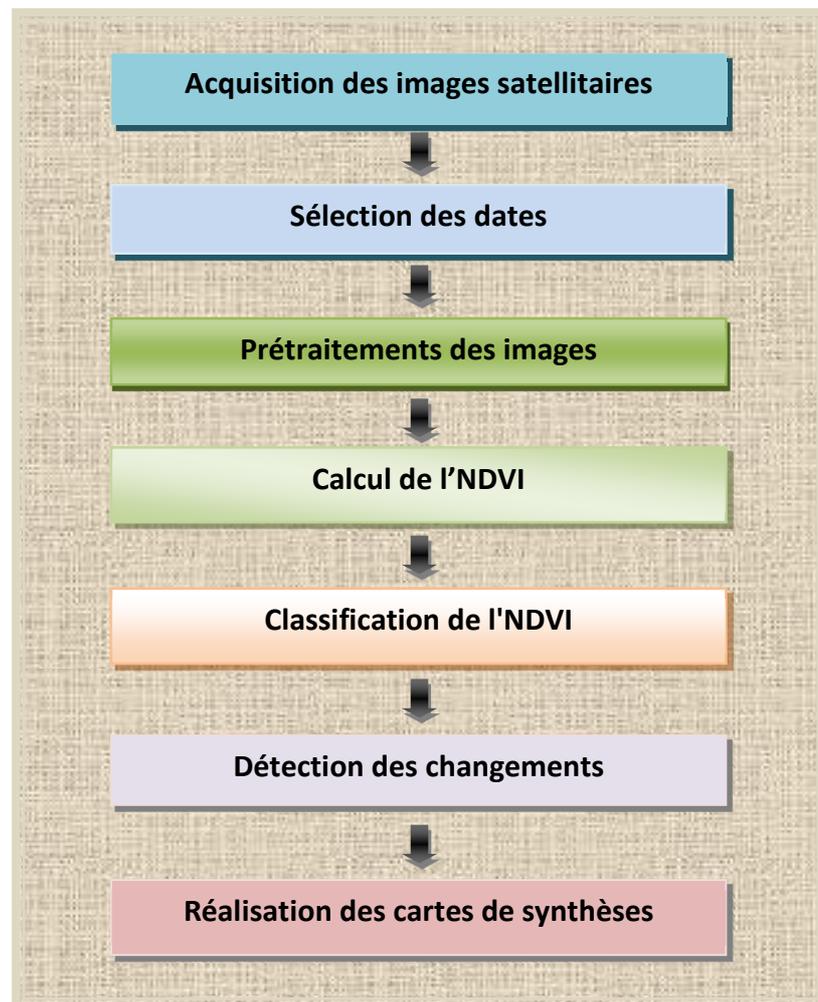


Figure 4 : Synthèse méthodologique

1-1. Acquisition des images satellites

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

- ❖ C'est le plus ancien des programmes d'observation de la terre, disposant ainsi d'une importante archive d'images sur une longue période (plus de 35 ans).
- ❖ Les données Landsat sont disponible gratuitement sur la plateforme web du USGS « United States Geological Survey » qui est un organisme gouvernemental américain qui se consacre aux sciences de la Terre.

1-2. Sélection des dates

Pour une étude diachronique de la végétation forestière, il est très important de bien choisir la date de prise de vue, car les conditions de terrain varient beaucoup au cours des saisons de l'année. La difficulté dans ce type d'étude est de distinguer la végétation naturelle, notamment forestière. La télédétection de la végétation étant basée sur l'activité photosynthétique, nous avons opté pour la saison sèche (de juin à septembre), car la majorité des cultures comme la céréaliculture durant cette saison sont sèche et dépourvu de chlorophylle. De plus, durant la saison sèche le taux de couverture nuageuse est généralement plus faible, rendant ainsi possible l'acquisition d'image sans nuage.

1-3. Prétraitements des images

Le prétraitement des images satellites permet de les préparer pour l'analyse principale et l'extraction de l'information. Les opérations de prétraitement se divisent en une correction géométrique (Ortho-rectification) qui permet la correction des distorsions géométriques de l'image dues aux variations de la géométrie Terre-Capteur, et transformer les données en vraies coordonnées géographiques, et une correction radiométrique qui permet de réduire les bruits d'images dus au capteur ou à l'atmosphère (Nuages, poussière atmosphérique, vent de sable, etc.) (Tir, 2016).

1-4. Calcul de l'indice de végétation NDVI

L'NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) ou indice de végétation par différence normalisée est le plus ancien et le plus utilisé des indices de végétation. Il permet de mesurer l'activité physiologique des plantes chlorophyllienne et la discrimination de la végétation. Il est calculé à partir des bandes spectrales rouges (R) et proches infra rouge (PIR) selon l'équation suivante : $NDVI = (PIR - R) / (PIR + R)$.

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

1-5. Classification de l'NDVI

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

Dans notre étude, nous avons choisi la classification supervisée, qui est basé sur l'identification des échantillons assez homogènes de l'image qui sont représentatifs des trois types de surfaces (végétation claire, végétation dense et hors végétation). Ces échantillons forment un ensemble de données-tests. La sélection de ces données-tests est basée sur la connaissance de la zone d'étude. L'algorithme « maximum de vraisemblance » a été utilisé, afin de déterminer la signature numérique de chacune des classes.

La classification reste l'étape la plus critique et la plus complexe à réaliser, car d'elle dépend la précision des résultats. La plus grande difficulté, consiste à bien choisir les données tests qui sont des échantillons de chaque classe thématique. C'est pour cette raison qu'à chaque étape de classification un aperçu du résultat est analysé, ce qui permet un suivi tout au long du processus de classification (Bouzenzana, 2015).

Au vu de la zone où l'étude est réalisée, un masque a été créé afin de retirer les pixels n'ayant pas d'intérêt à être étudiés qui correspondent aux zones non forestières. L'application de ce masque sur toutes les images satellitaires téléchargées permet de minimiser la taille de l'espace mémoire occupé par ces scènes et par conséquent de réduire le temps d'exécution des calculs effectuée par les logiciels de télédétection et du SIG (Laala et Alatou, 2016).

1-6. Détection du changement

Après la classification, on procède à la détection des changements entre les différentes dates sélectionnées. Ce procédé permet de détecter les moindres changements de classe, entre deux images classifiées à des dates différentes. Les images obtenues illustrent, spatialement et quantitativement, les changements importants de la végétation survenus dans le temps au niveau de la zone d'étude. Ces changements peuvent être une progression, une régression, une diminution de la densité, une augmentation de la densité ou une stabilité de la végétation forestière de la région d'étude.

1-7. Changement de la végétation suivant les types de formations forestières

Cette étape consiste à superposer les cartes de changement de la végétation avec la carte des formations forestières de la wilaya de Sétif. L'objectif est d'étudier l'évolution de la végétation pour chaque type de formation forestière.

1-8. Expression des résultats sous forme de cartes, tableaux et graphiques

Cette dernière étape de l'étude, consiste à réaliser des cartes de changement de la végétation au cours de la période d'étude. A partir de ces cartes, des tableaux et des graphs sont réalisés pour compléter les résultats en apportant des précisions sur les superficies de la régression, progression, stabilité de la végétation ainsi que l'augmentation et la diminution de la densité.

2. Données utilisées (Images Landsat 5 TM et Landsat 8 OLI)

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

Sept satellites Landsat ont été lancés depuis juillet 1972. Depuis, la caméra a évolué de RBV (Return Beam Vidicon) et MSS (Multi Spectral Scanner) de 1972 à l'ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) de 1999 et plus récemment le capteur OLI (Operational Land Imager) de 2013. La résolution spatiale est passée de 80 m à 30 m (ou 15 m en mode panchromatique) et les domaines spectraux explorés concernent le visible, le proche infrarouge et le moyen ainsi

que l'infrarouge thermique. Le radiomètre TM permet ainsi d'offrir des images couvrant un champ d'observation de 185 km sur 185 km, avec une résolution spatiale de 30 m en mode multi-spectral (Benkrid, 2008).

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

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

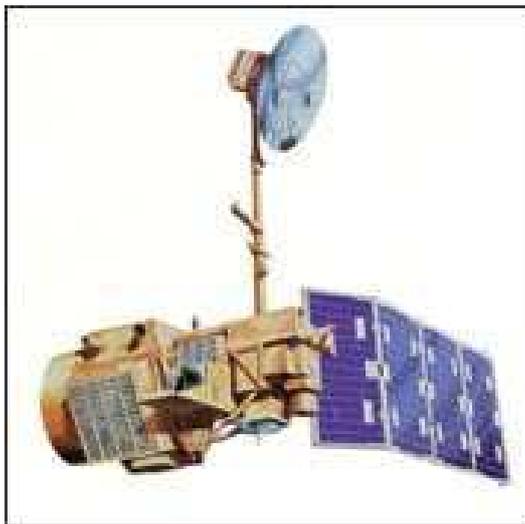


Photo 1 : Landsat TM 5.

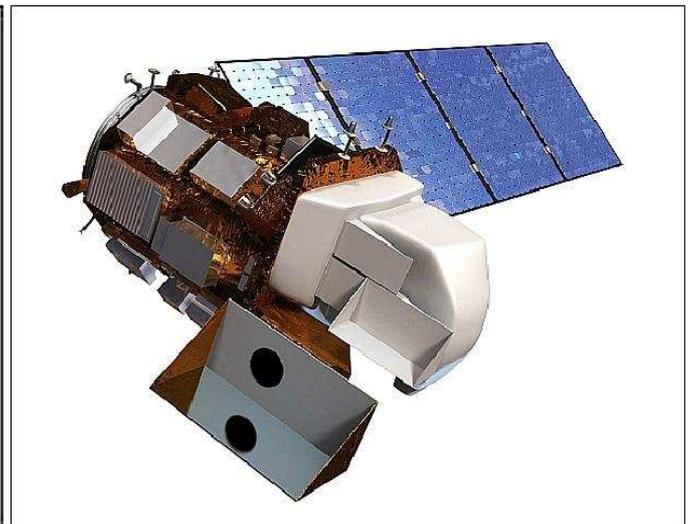


Photo 2 : Landsat 8 OLI.

Tableau 1 : Caractéristiques des satellites Landsat TM 5 et Landsat 8 OLI

Caractéristiques	LANDSAT TM 5	LANDSAT 8 OLI
Date de lancement	01/03/1983	11/02/2013
Altitude	705 km	
Inclinaison	98,2°	
Orbite	Polaire héliosynchrone	
Période de révolution	98,9 minutes	98 minutes
Capacité de revisite	16 jours	
Résolution optique	30 mètres	30 mètres sur toutes les bandes sauf sur la bande panchromatique (15 m).
Nombre de bandes spectrales	7 bandes	11 bandes
Bandes spectrales visibles et proche infrarouge	Bande 1 Bleu : 0.45-0.52 μm Bande 2 Vert : 0.52-0.60 μm Bande 3 Rouge : 0.63-0.69 μm Bande 4 Infrarouge proche : 0.76-0.90 μm	Bande 2 Bleu : 0,450-0,515 μm Bande 3 Vert : 0,525-0,600 μm Bande 4 Rouge : 0,630-0,680 μm Bande 5 Infrarouge proche : 0,845-0,885 μm

3. Logiciels utilisés

Différents types de logiciels ont été utilisés dans le cadre de l'étude de l'évolution de la végétation forestière au niveau de la wilaya de Sétif.

3-1. ENVI 5.1

L'ENVI (Environnement For Visualing Images) est un logiciel permettant la lecture et le traitement des images et données numériques et plus précisément les images satellitaires. Celui-ci dispose d'un ensemble d'outils particulièrement avancés, faciles d'utilisation et interactifs : analyse spectrale, correction géométrique et géoréférencement, analyse topographique ...etc. Ce logiciel a la particularité d'être le plus utilisé grâce notamment au fait qu'il supporte un grand nombre de formats de fichier, de toutes tailles. Il dispose aussi de son propre format, mais le plus important est que le résultat du travail sous ENVI facilite le travail sous d'autres logiciels de cartographie par la suite.

3-2. ArcGIS 10.1

ArcGIS reste incontestablement, le logiciel référence en matière de cartographie. En effet, celui-ci permet de travailler aisément, d'effectuer diverses opérations, l'accès à des données externes de divers formats. Il propose une large panoplie de fonctionnalités permettant à l'utilisateur de visualiser, d'éditer et même de comparer des données de cartographie.

CHAPITRE III :
RESULTATS IET
DISCUSSION

Chapitre III : Résultats et discussion

1. Acquisition des images satellitaires et sélection des dates

Entre 1984 et 2019, pour la wilaya de Sétif, nous avons dénombré 671 scènes Landsat. Cependant, seul 232 ont des dates de prise de vue durant la période sèche (juin à septembre). Après consultation des images et élimination de celles contenant des couvertures nuageuses, il ne reste plus que 88 dates. Sur les 88 dates disponibles, nous avons retenu la date la plus ancienne du 30/06/1984 et la plus récente du 17/07/2019, soit une période de 35 ans. Pour plus de précision dans le suivi de l'évolution de la végétation dans le temps, des dates intermédiaires ont été choisies. Selon la disponibilité des scènes, trois dates intermédiaires ont été retenue, le 09/07/1993, le 29/06/2001 et le 08/07/2010 (Tableau 2).

Tableau 2 : Dates et caractéristiques des images satellites choisies

Satellite	Date	Références	Nébulosité
Landsat TM 5	30/06/1984	LT051940351984063001T1SC20210524162733	0 %
Landsat TM 5	09/07/1993	LT051940351993070901T1SC20210524162738	0 %
Landsat TM 5	29/06/2001	LT051940352001062901T1SC20210524162717	0 %
Landsat TM 5	08/07/2010	LT051940352010070801T1SC20210525111320	0 %
Landsat 8 OLI	17/07/2019	LC081940352019071701T1SC20210524162454	0 %

2. Prétraitement

Les images Landsat acquises sont de type collection 1 niveau 2. Ce type d'image a subi au préalable une correction géométrique et aussi corrigé des effets atmosphérique, et ne nécessite pas un prétraitement.

3. Classification supervisée de l'NDVI des différentes dates

Le résultat de la classification supervisée de l'NDVI des images Landsat de 1984, 1993, 2001, 2010 et 2019 sont présentées dans les figures de 5 à 9. Ce sont des images bien précises pour la différenciation entre les deux classes de végétation (claire et dense) et la classe hors végétation. Les seuils de l'NDVI utilisés pour la classification supervisée sont : $NDVI \leq 0,15$ pour la classe hors végétation ; $0,15 < NDVI \leq 0,35$ pour la classe végétation claire ; $NDVI > 0,35$ pour la classe végétation dense.

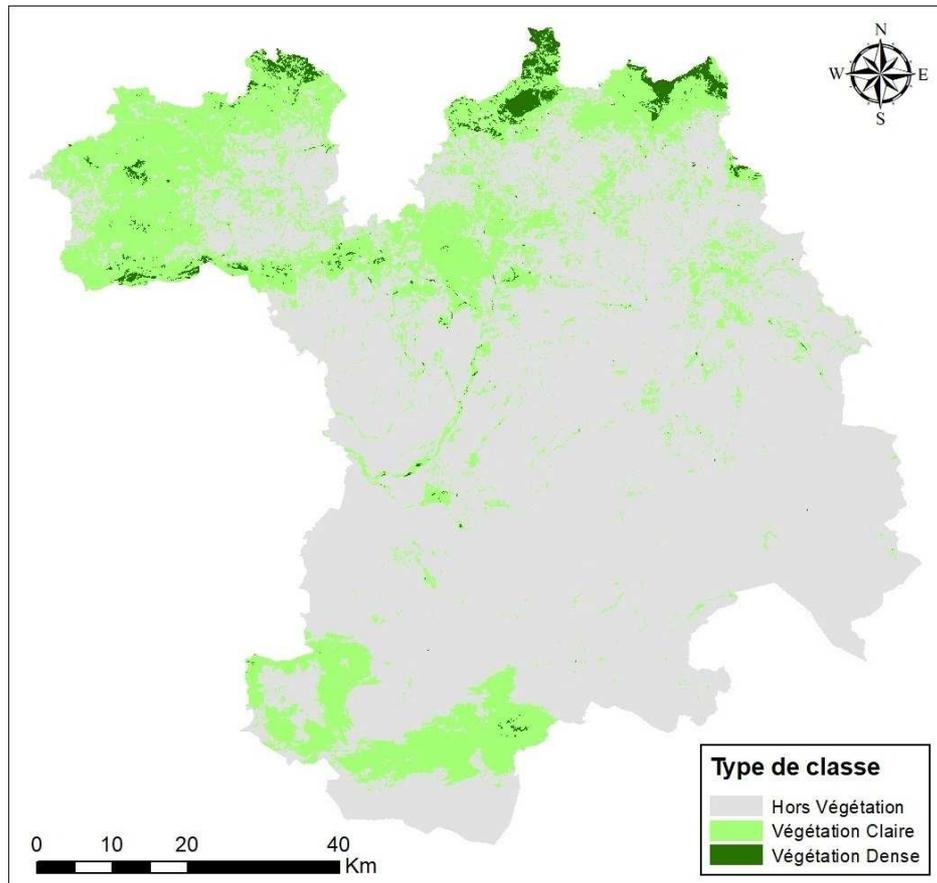


Figure 5 : Classification supervisée de l'NDVI (30/06/1984)

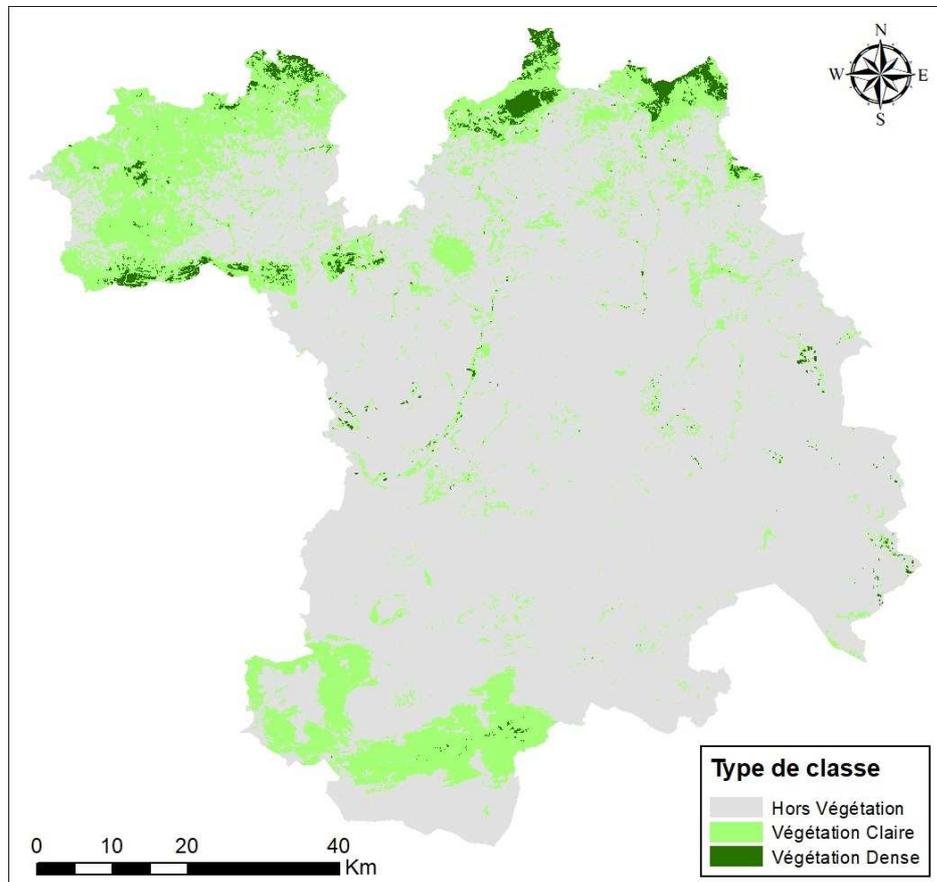


Figure 6 : Classification supervisée de l'NDVI (09/07/1993)

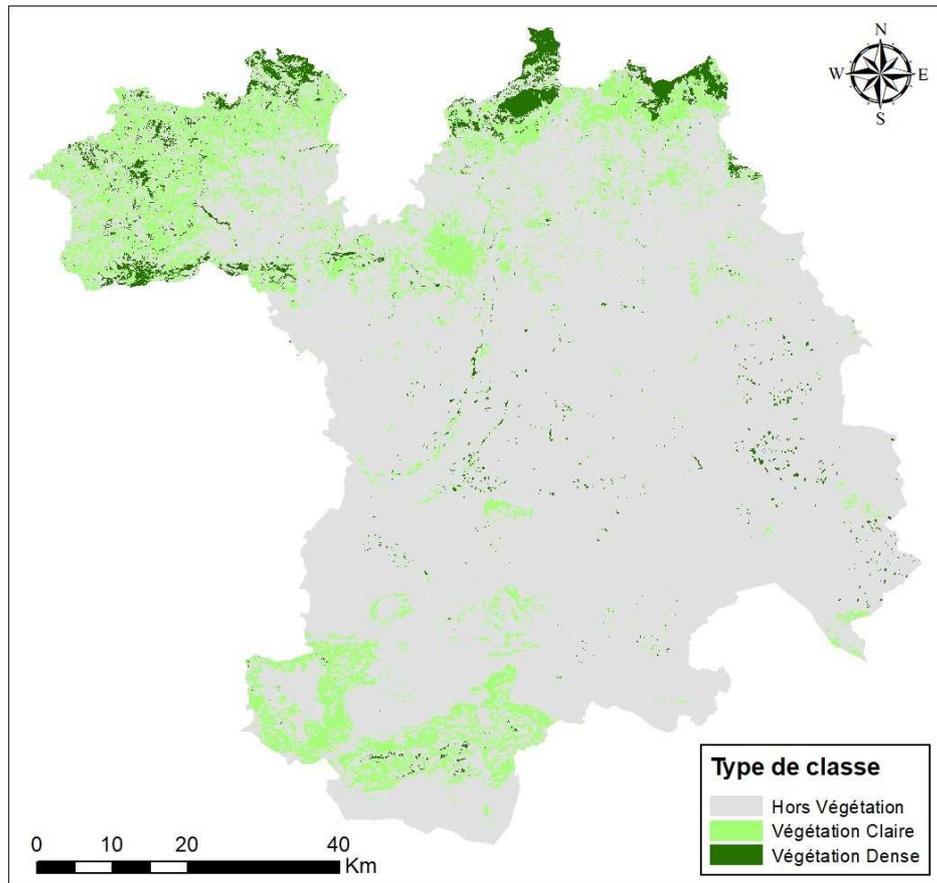


Figure 7 : Classification supervisée de l'NDVI (29/06/2001)

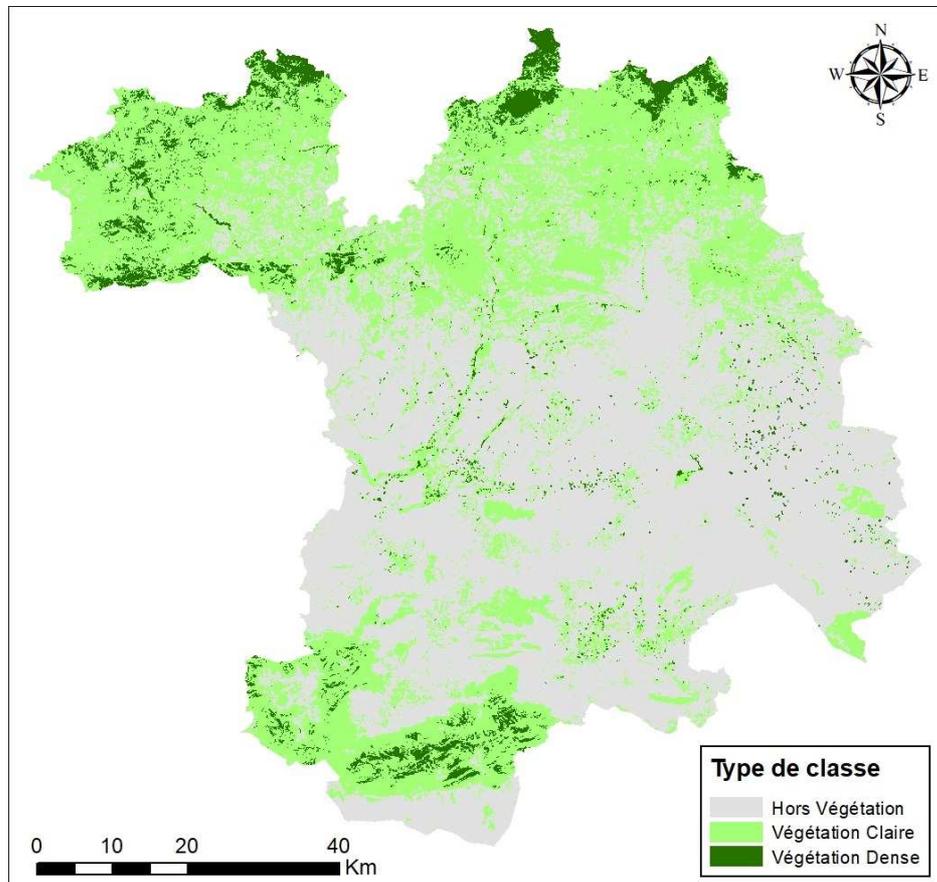


Figure 8 : Classification supervisée de l'NDVI (08/07/2010)

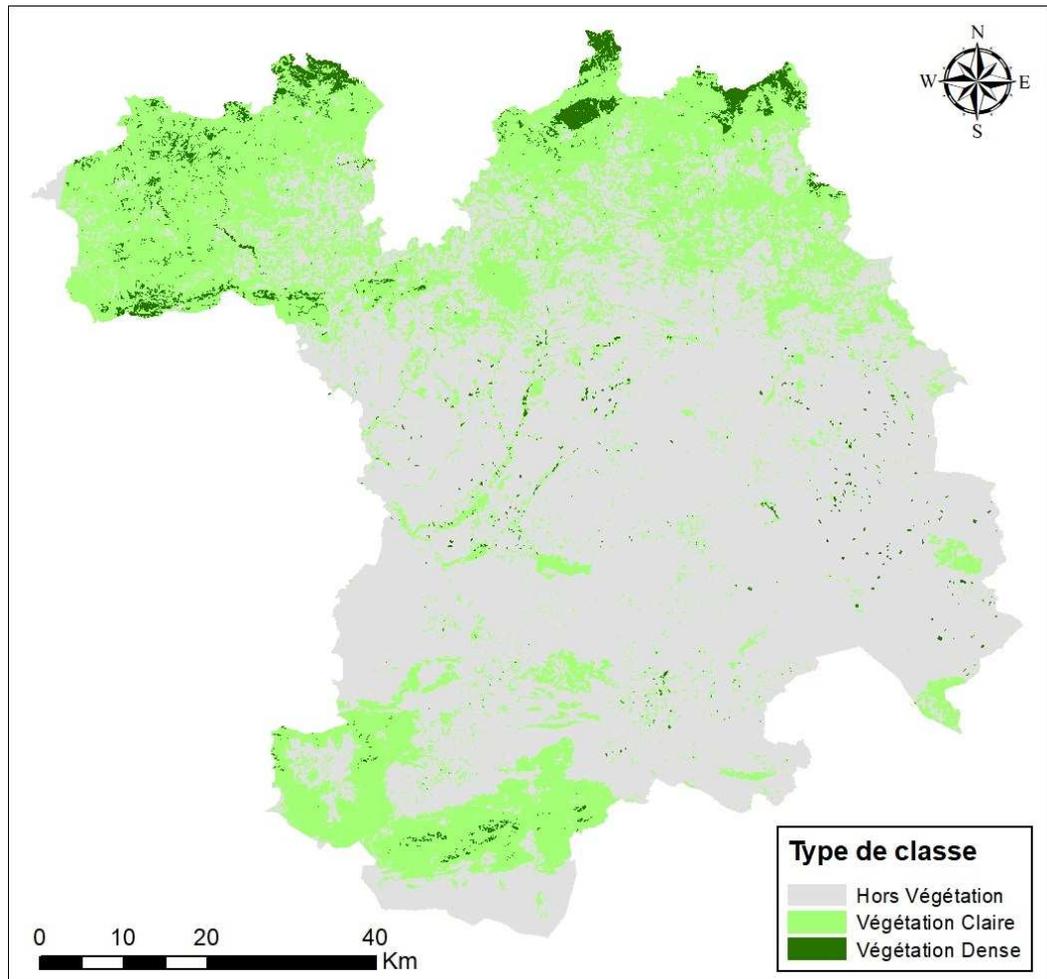


Figure 9 : Classification supervisée de l'NDVI (17/07/2019)

4. Détection des changements de la végétation forestière entre les différentes dates

Les figures 10, 11, 12, 13 et 14 illustrent, spatialement et quantitativement, les changements importants de la végétation, survenus dans les formations forestières de la wilaya de Sétif sur une période de 35 ans (1984-2019).

Ces changements de la végétation, peuvent être soit :

- une progression des surfaces boisées ;
- une augmentation de densité de la végétation forestière ;
- une stabilité des formations forestières ;
- une diminution de densité de la végétation forestière ;
- une régression des surfaces boisées.

4-1. Evolution de la végétation forestière de la wilaya de Sétif entre 1984 et 1993

Durant les 9 années de la période 1984-1993 on a enregistré une perte de la végétation équivalente à 7126 ha soit 8,17 %, alors que les gains ne représentent que 3886,57 ha, soit une perte globale de 3239,43 ha, Les secteurs les plus touchés sont ceux des forêts domaniales suivantes : Beni Slimane, Taffat, Taza, Laanini, Ouled Hanneche, Ouled Rezoug et Righa Dahra (figure 10).

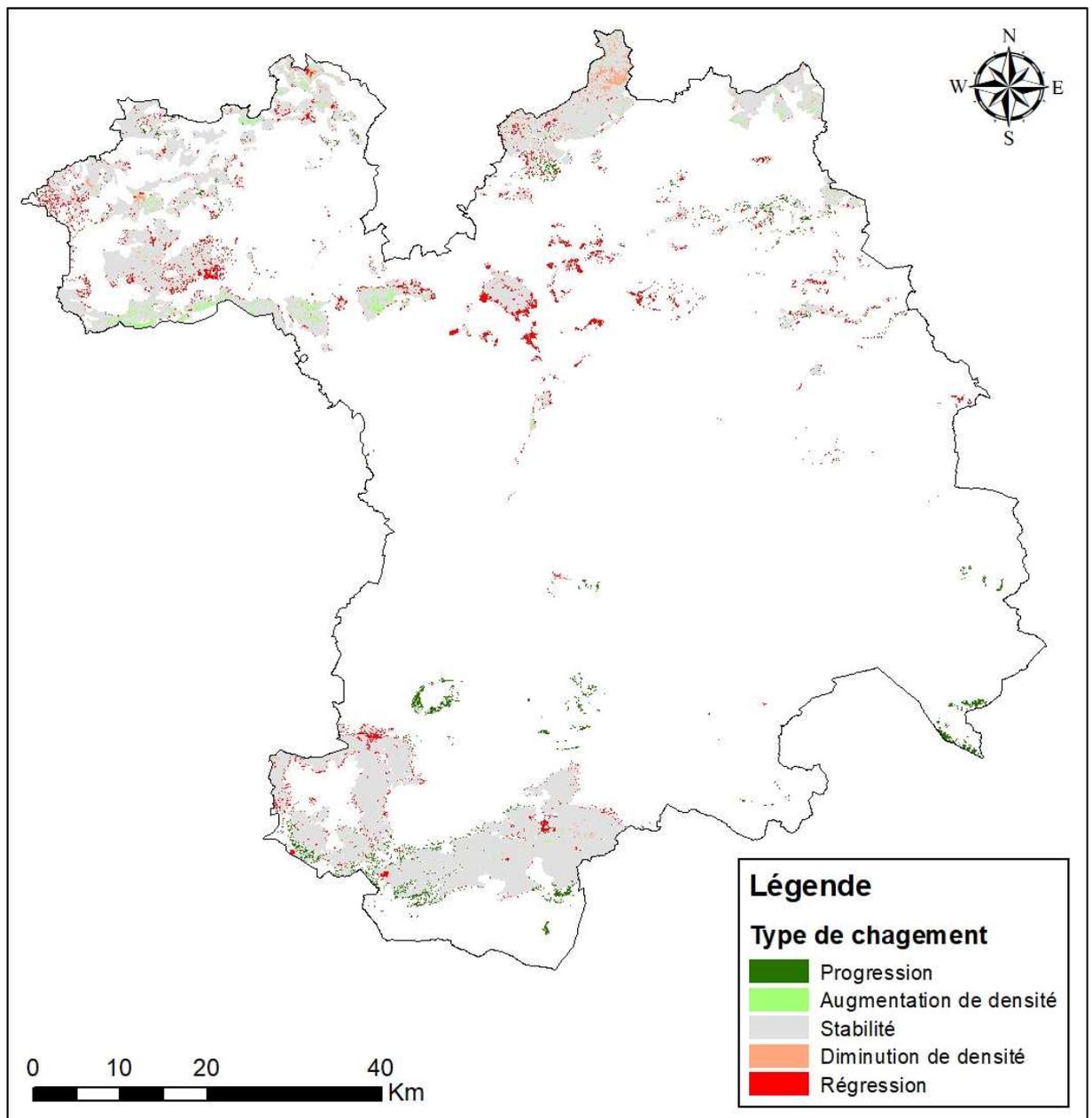


Figure 10 : Evolution de la végétation forestière de la wilaya de Sétif (1984-1993)

4-2. Evolution de la végétation forestière de la wilaya de Sétif entre 1993 et 2001

Le bilan de cette période est plutôt négatif. Les surfaces ayant enregistrées une régression de la végétation forestière s'élèvent à 30.159 ha soit 34,76%. Ces zones sont localisées dans les forêts domaniales du Babor, Beni Chebana, Beni Foughal, Beni Slimane, Boutaleb, Chaabet Lakhra, Taffet, Taza, Laalem, Laanini, Ouled Hanneche, Ouled Rezoug, Righa Dahra et Tamentout (Figure 11). Les zones de progression ne représentent que 6.712 ha.

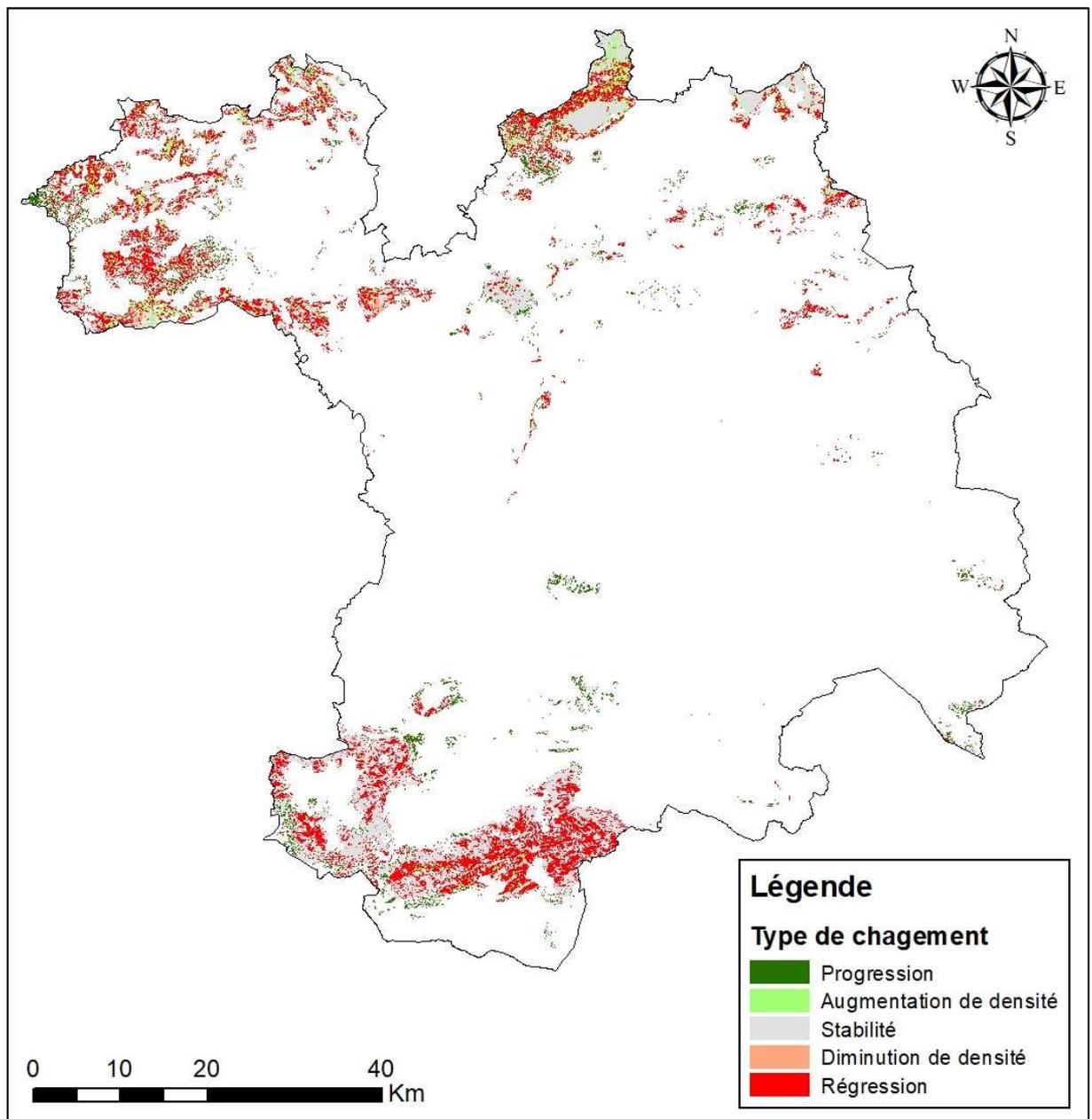


Figure 11 : Evolution de la végétation forestière de la wilaya de Sétif (1993-2001)

4-3. Evolution de la végétation forestière de la wilaya de Sétif entre 2001 et 2010

Durant la période 2001-2010, la végétation forestière de la wilaya de Sétif a progressé sur une superficie de 61.603,25 ha soit 52,11%. Cette forte progression a concerné pratiquement toutes les forêts domaniales de la wilaya de Sétif (figure 12).

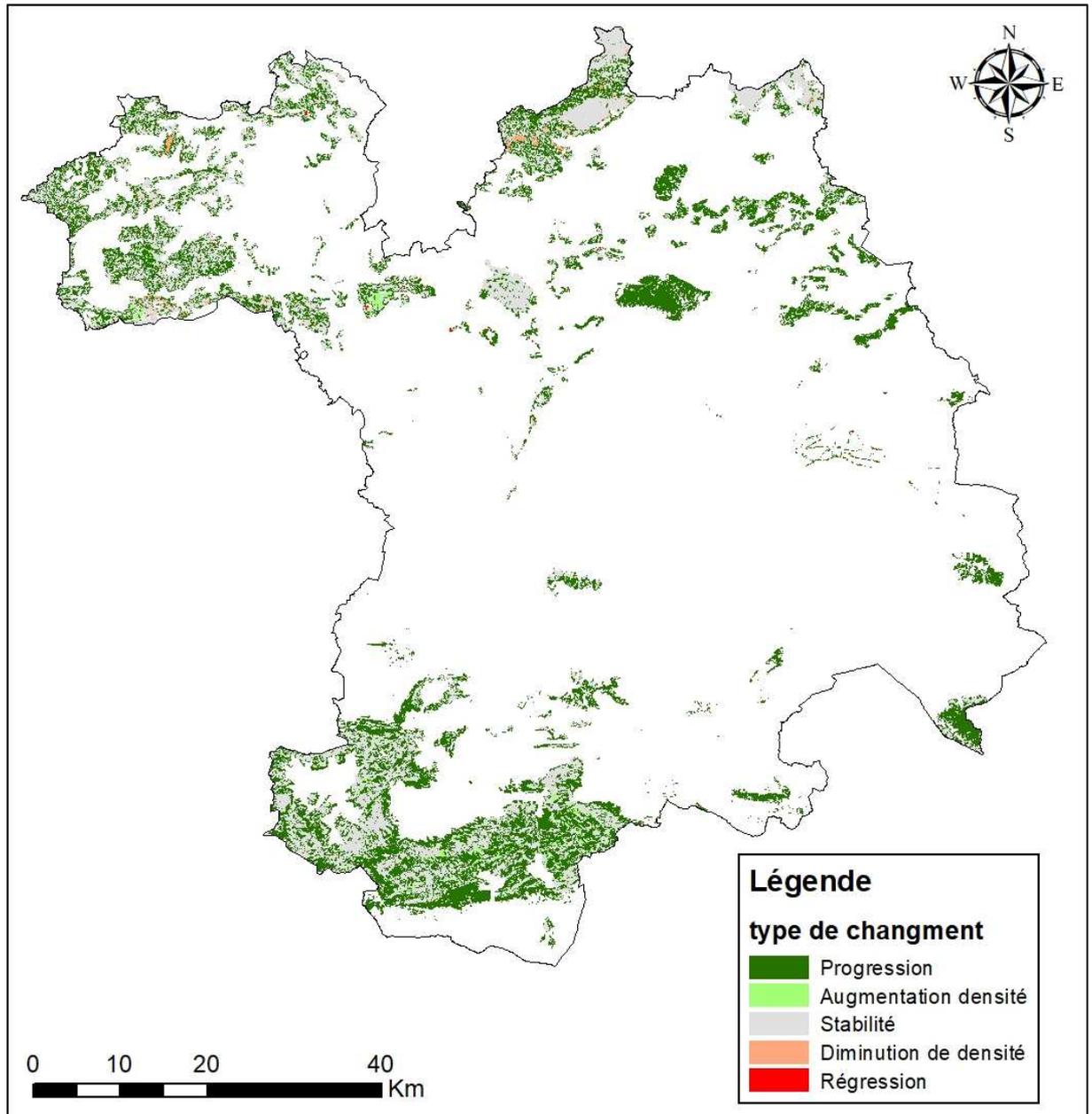


Figure 12 : Evolution de la végétation forestière de la wilaya de Sétif (2001-2010)

4-4. Evolution de la végétation forestière de la wilaya de Sétif entre 2010 et 2019

Cette période affiche un bilan largement négatif. Les forêts ont perdu une surface de 13.722 ha soit 11,56%. Ces zones sont localisées dans les forêts domaniales du Babor, Boutaleb, Laanini, Ouled Hanneche et Righa Dahra. Les zones de progression ne représentent que 672 ha soit 0,57%. La diminution de densité de la végétation forestière a été détecté sur une surface de 13.341,59 ha (Figure 13).

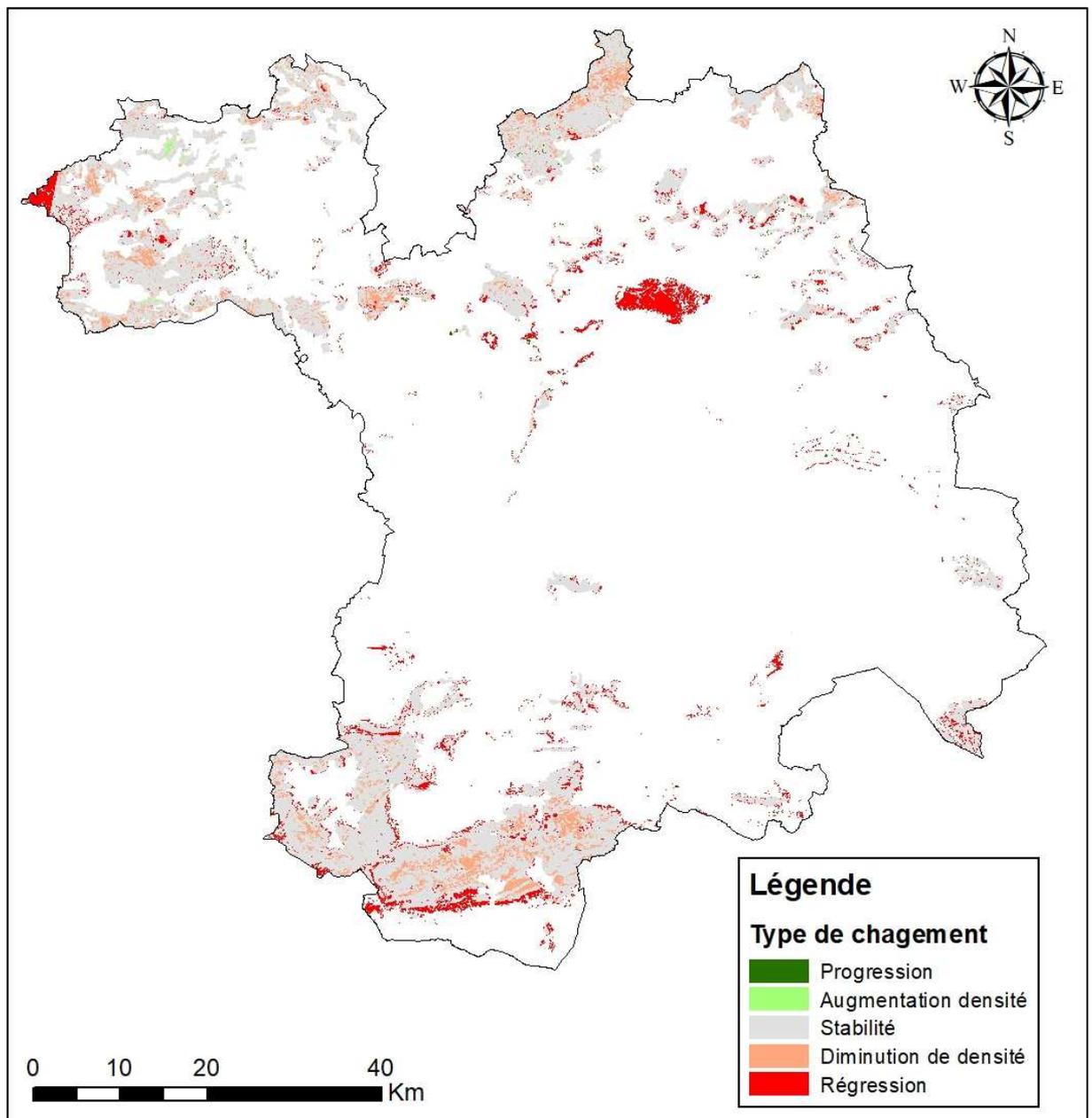


Figure 13 : Evolution de la végétation forestière de la wilaya de Sétif (2010-2019)

4-5. Evolution de la végétation forestière de la wilaya de Sétif entre 1984 et 2019

La figure 14 illustre, spatialement et quantitativement, la synthèse des changements importants de la végétation forestière, survenus dans la wilaya de Sétif sur une période de 35 ans (1984-2019).

Sur l'ensemble de la période 1984-2019, la végétation forestière de la wilaya de Sétif, a progressé d'une superficie de 24.458,13 ha (68,80%), notamment, dans le secteur de la forêt domaniale Babor et Laânini.

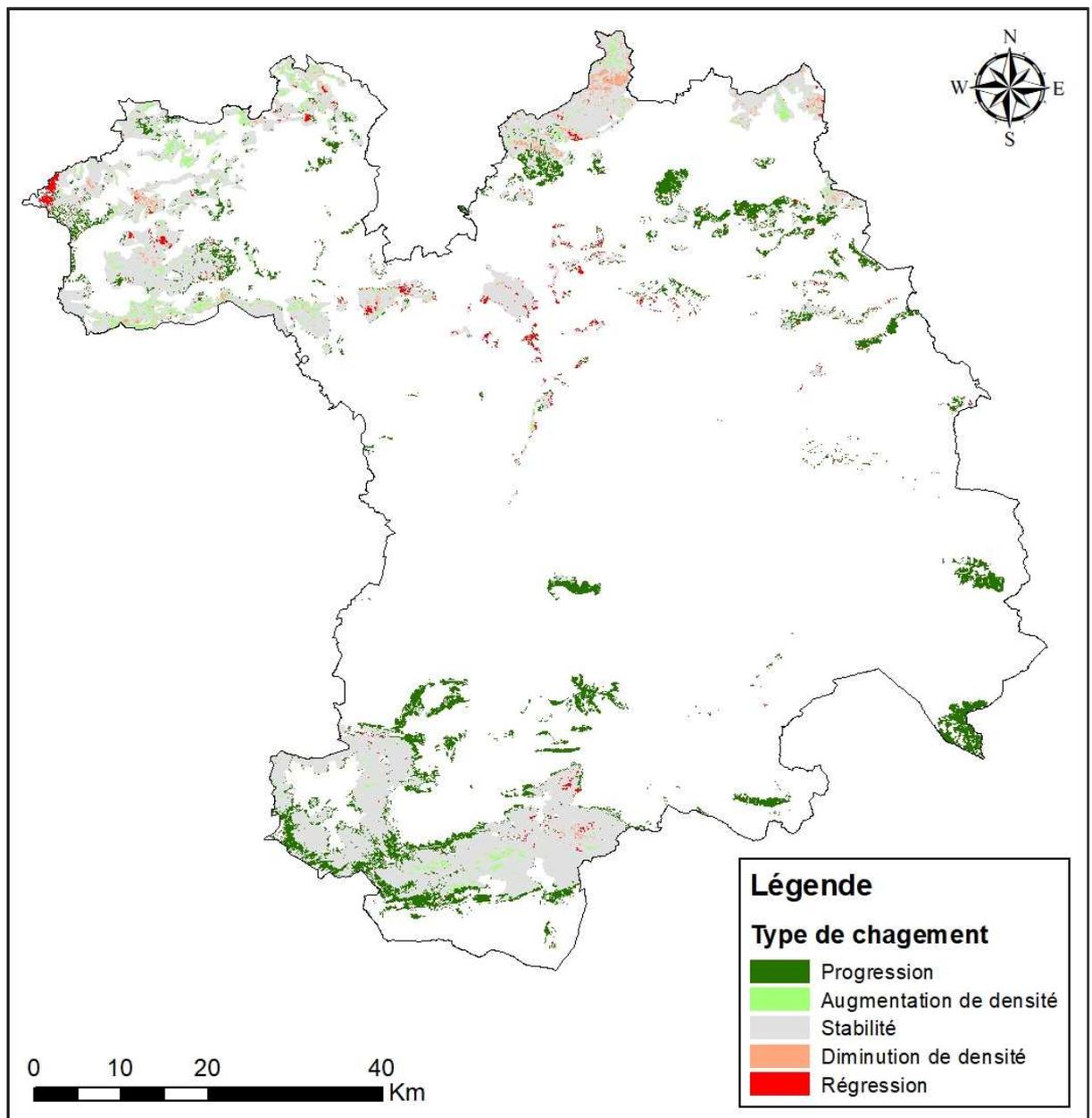


Figure 14 : Evolution de la végétation forestière de la wilaya de Sétif (1984-2019)

Durant cette même période, les zones de régression représentent une surface de 2.743,25 ha soit 2,55%. Les secteurs les plus touchés sont ceux de les forêt domaniales Beni Foughal, Boutaleb, Chaabet Lakhra, Larache, Ouled Abdenour, Ouled Hanneche, Ouled Rezoug et Righa Dahra. Donc le bilan global de la période reste positif.

5. Bilan de l'évolution de la végétation forestière de la wilaya de Sétif entre 1984 et 2019 par type de formation

A partir de la superposition des cartes d'évolution de la végétation avec la carte des formations forestières de la wilaya de Sétif, fournis par la DGF, nous avons calculé les superficies et pourcentages de la régression et de la progression de la végétation ainsi que l'augmentation et la diminution de sa densité, au niveau de chaque type de formation.

5-1. Les forêts

5-1-1. Les forêts de cèdre

Le bilan global des forêts de cèdre, entre 1984 et 2019, reste relativement stable. La régression s'élève à 23,88 ha, alors que la progression est de 19,98 ha. L'augmentation de densité a concerné une surface de 179,84 ha (5,5%). Cependant, il est à noter que la régression de 1993-2001 a été largement compensée par la progression de 2001-2010 (figure 15).

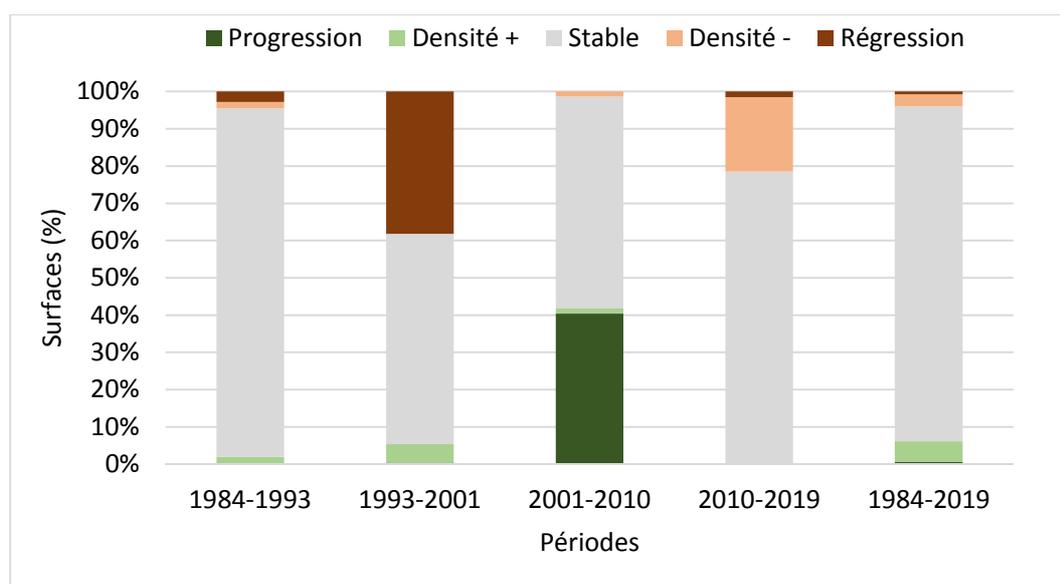


Figure 15 : Evolution des forêts de cèdre dans la wilaya de Sétif (1984-2019)

Les causes de cette dégradation et les contraintes subies par la cédraie sont multiples. Elles sont liées à la fois aux aléas climatiques (phénomène du chablis, stress hydrique et la neige), et à l'action humaine par le biais du surpâturage, les incendies et les coupes illicites.

5-1-2. Les forêts de chêne liège

Entre 1984 et 2019, les forêts de chêne liège affiche un bilan négatif avec une surface totale perdue de 27,68 ha (1,05%). Cependant, il est à noter que les régressions de 1993-2001 ont été, en partie, compensées par la progression de 2001-2010 (figure 16).

Les causes principales de cette dégradation sont les feux répétés et le défrichement par l'homme à la recherche de nouvelles terres de culture.

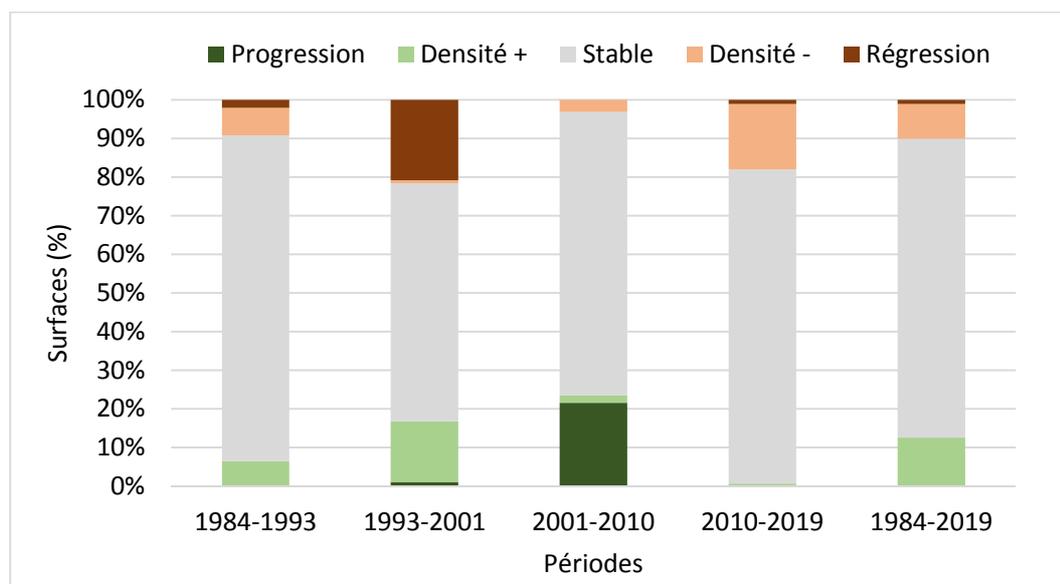


Figure 16 : Evolution des forêts de chêne liège dans la wilaya de Sétif (1984-2019)

5-1-3. Les forêts de chêne zeen

Le bilan global des forêts de chêne zeen est relativement stable entre 1984 et 2019. La diminution de densité a concerné une surface de 91,64 ha (4,22%), alors que l'augmentation de densité a concerné une surface de 86,47 ha (3,98%).

Cependant, il est à noter que la régression de 1993-2001 a été compensée par la progression de 2001-2010 (figure 17).

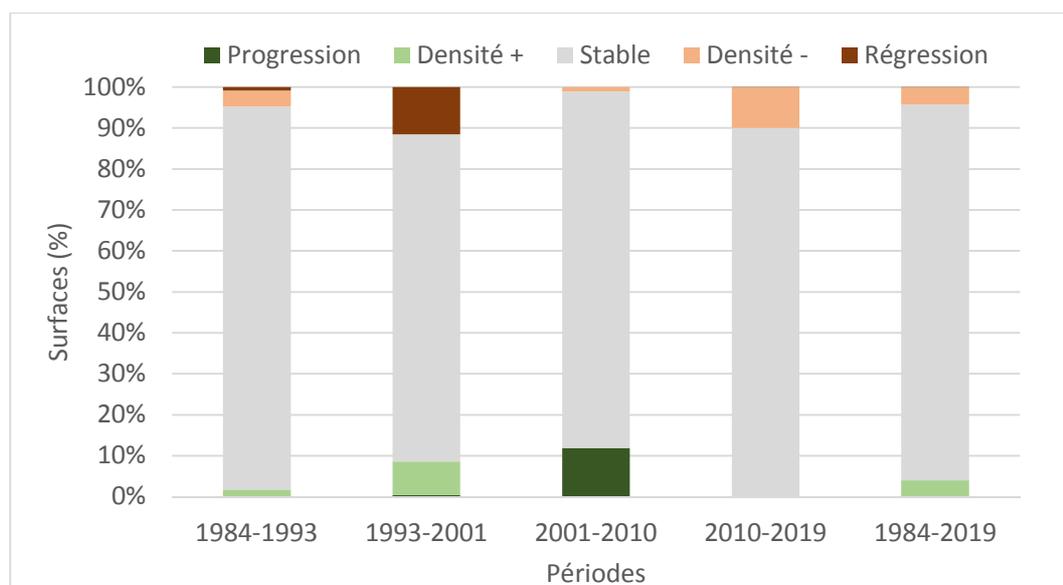


Figure 17 : Evolution des forêts de chêne zeen dans la wilaya de Sétif (1984-2019)

5-1-4. Les forêts de pin d'Alep

Les forêts de pin d'Alep, entre 1984 et 2019, enregistrent une progression de 16.556 ha (35%). Avec une régression de seulement 1289 ha, le bilan global de la période est largement positif avec un gain total de 15.266 ha.

Les régressions de 1993-2001 et 2010-2019 ont été compensées par la forte progression de 2001-2010 (figure 18).

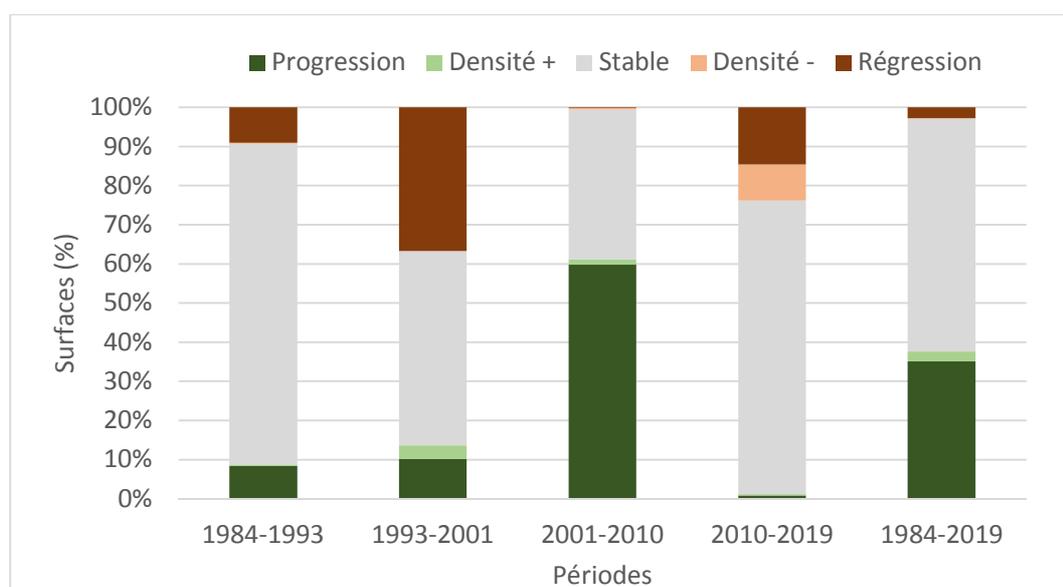


Figure 18 : Evolution des forêts de pin d'Alep dans la wilaya de Sétif (1984-2019)

En ce qui concerne la densité, elle enregistre une augmentation sur une surface de 1204,77 ha. La plus forte diminution de densité a été observée entre 2010 et 2019.

Ces résultats sont dus essentiellement aux différents programmes de reboisement qu'a connue l'Algérie, où le pin d'Alep reste l'espèce forestière la plus utilisée.

5-1-5. Les forêts de peuplier

Le bilan global des forêts de peuplier est positif, avec un gain total de 45,7 ha (11%), où on a enregistré une progression de 99,69 ha (24%) et une régression de 53,99 ha (13%). La régressions de 1984-2001 a été compensées par la progression de 2001-2010.

Même constat concernant la densité, puisqu'elle enregistre une augmentation sur une surface de 77,8 ha, contre une diminution sur seulement 8,35 ha (figure 19).

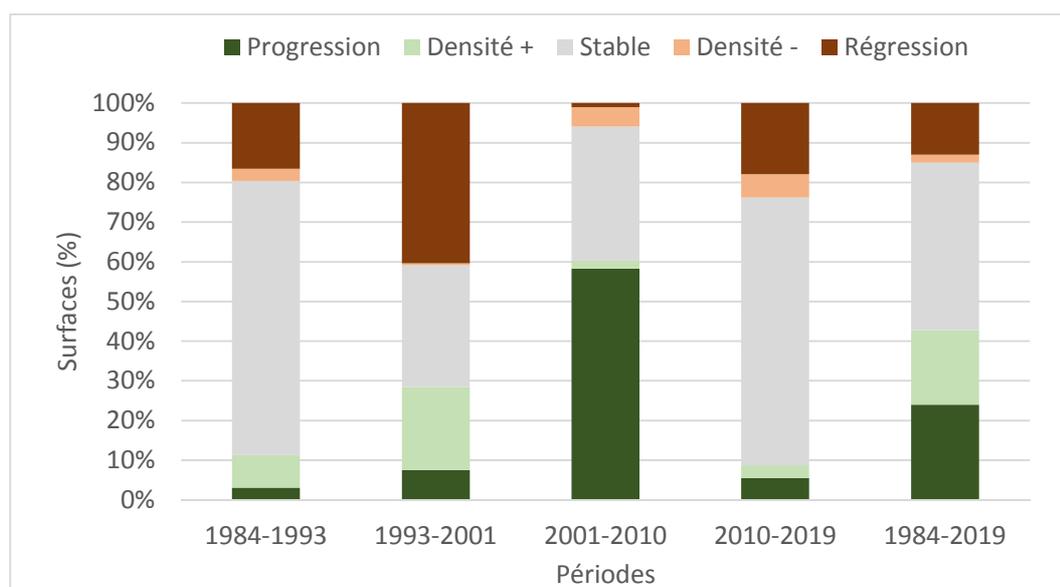


Figure 19 : Evolution des forêts de peuplier dans la wilaya de Sétif (1984-2019)

5-2. Les maquis arborés

5-2-1. Les maquis arborés de chêne liège

Le bilan global des maquis arborés de chêne liège est négatif avec une perte de surface estimée à 10,36 ha entre 1984 et 2019. Pour ce qui est de la densité, elle enregistre une augmentation sur une surface de 187,38 ha, et une diminution sur 29,81 ha (figure 20).

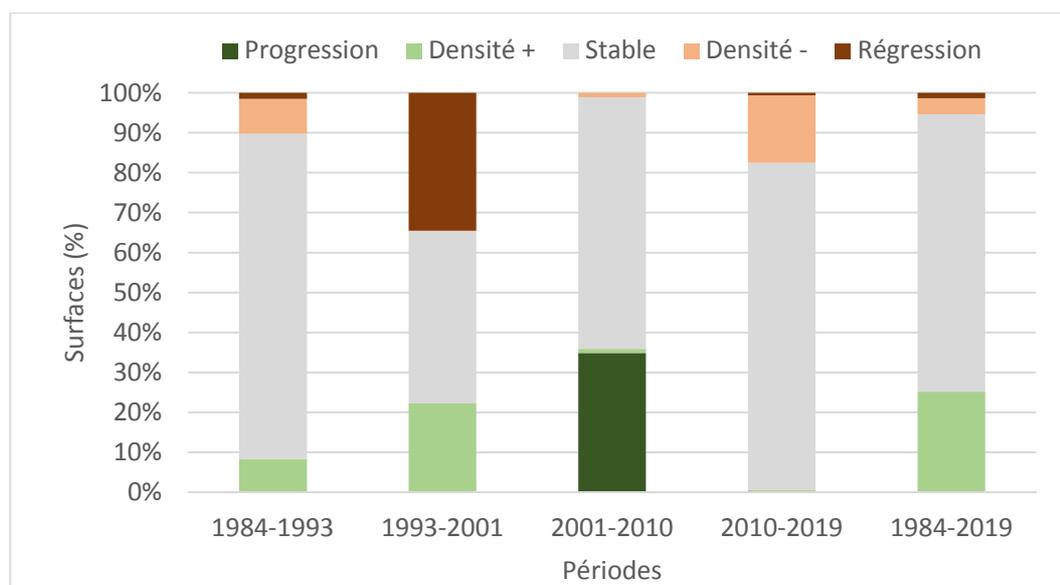


Figure 20 : Evolution des maquis arborés de chêne liège dans la wilaya de Sétif (1984-2019)

5-2-2. Les maquis arborés de chêne vert

Les maquis arborés de chêne vert, durant la période 1984-2019, ont enregistré un bilan positif, avec un gain total de 187,19 ha soit 2,72 %. Les régressions de 1984-1993 et 1993-2001 ont été largement compensées par la progression de 2001-2010 (figure 21).

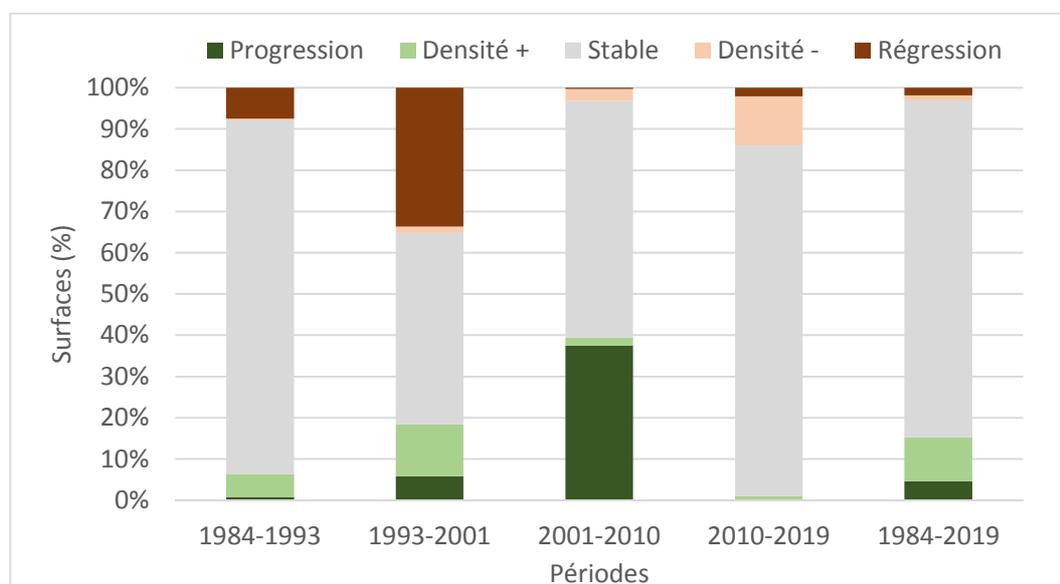


Figure 21 : Evolution des maquis arborés de chêne vert dans la wilaya de Sétif (1984-2019)

La densité des maquis arborés de chêne vert a augmenté sur une surface de 728,35 ha, alors que la diminution n'a concerné que 83,77 ha, sur l'ensemble de la période.

5-3. Les maquis

Avec une progression de 5560 ha (15%) et une régression de 1124 ha (3%), le bilan global des maquis est positif, ce qui représente un gain total de 4436 ha (12%). Les régressions de 1993-2001 et 2010-2019 ont été, largement, compensées par la progression de 2001-2010 (figure 22).

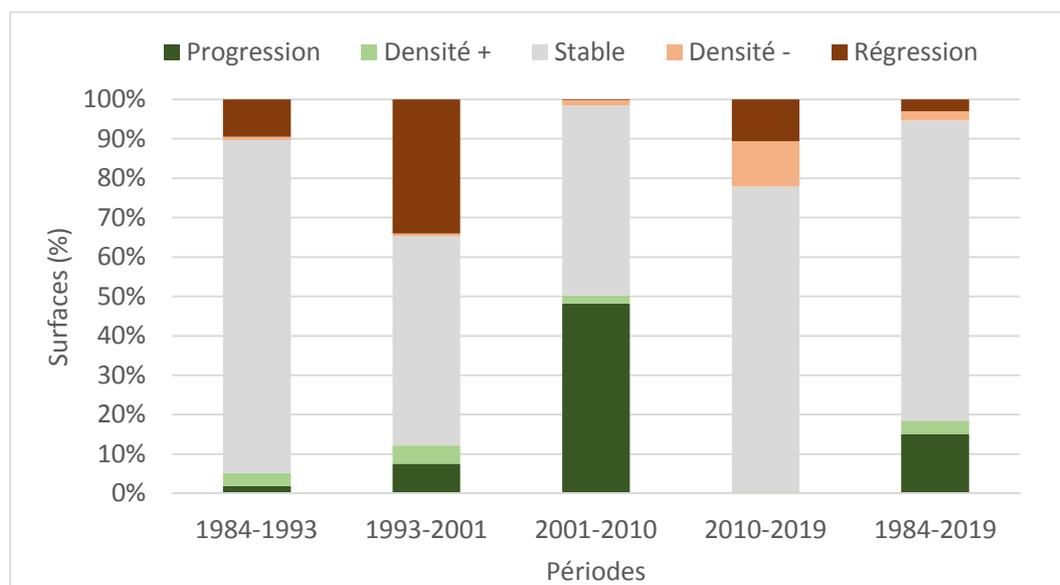


Figure 22 : Evolution des maquis dans la wilaya de Sétif (1984-2019)

Ces résultats s'expliquent, en partie, par le fait que les maquis sont le résultat de la dégradation des forêts de chêne liège et de chêne vert essentiellement, à cause des feux répétés et de l'action anthropique exercé par la population sur ces milieux.

6. Synthèse globale de l'évolution de la végétation forestière dans la wilaya de Sétif

L'analyse des bilans des 4 périodes étudiées, nous renseigne sur l'évolution de la végétation entre 1984 et 2019. On constat d'après les cartes et les graphes que la plus forte régression concerne la période 1993-2001, puis il y a un ralentissement entre 2001-2010, qui enregistre la plus faible moyenne de régression et il y a une grande progression entre 2001 et 2010, qui enregistre la plus grande moyenne de progression durant les 4 périodes.

La comparaison des résultats de l'évolution de la végétation forestières avec les surfaces brûlées durant la période 1985-2019, révèle que les feux de forêt expliquent, en grande partie, la régression de la végétation dans la wilaya de Sétif.

La figure 23 montre que les périodes 1985-1993, 1993-2001 et 2010-2019 enregistrent d'importantes surfaces brûlées. Ces mêmes périodes affichent aussi une importante régression de la végétation forestière ainsi qu'une diminution de sa densité, surtout entre 1993-2001 et 2010-2019.

La période 2001-2010, la moins touchée par les feux de forêt, est celle où la végétation forestière a le plus progressé.

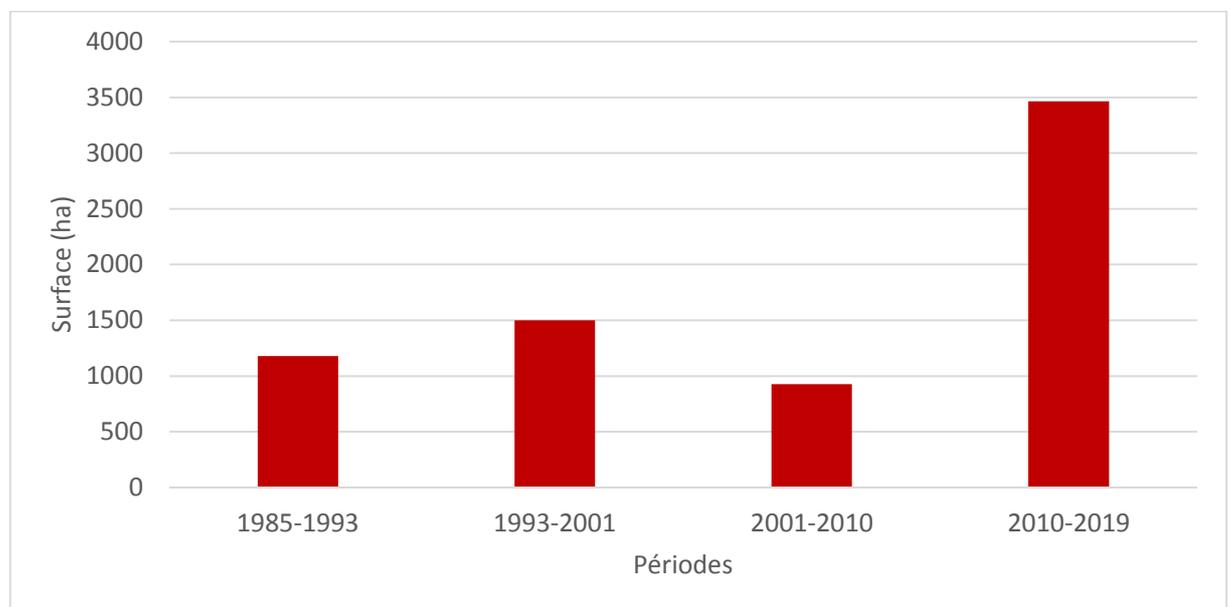


Figure 23 : Bilan des surfaces forestières incendiées dans la wilaya de Sétif (1985-2019)
(Source : DGF)

CONCLUSION

Conclusion

L'étude diachronique de l'évolution de la végétation au niveau de la wilaya de Sétif montre qu'entre 1984 et 2019, la couverture végétale a progressé de 24.458,13 ha, soit en moyenne 698,80 ha par an, en contrepartie de ce gain, les pertes s'élèvent à 2.743,25 ha, avec une régression annuelle moyenne de 78,37 ha. Le bilan global de cette période est donc positif enregistrant une progression annuelle moyenne de 620,43 ha.

Dans l'ensemble, durant la période 1984-2019 au niveau de la wilaya de Sétif nous pouvons dire que même si la tendance générale de l'évolution de la végétation, est progressive (620.43 ha/an) due essentiellement à la régénération après incendies et aux reboisements, il y a des signes de ralentissement de cette progression, car entre 1993 et 2001 nous avons enregistré, une régression remarquable de la végétation forestière et cela à cause des feux de forêt.

Cette étude a mis en évidence l'impact de l'action anthropique, et notamment les feux de forêt répétés, sur l'écosystème forestier dans la wilaya de Sétif. L'utilisation de la télédétection et système d'information géographique nous ont permis d'avoir des informations précises relatives à l'évolution spatiotemporelle de la végétation forestière de la wilaya de Sétif.

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

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUE

Références bibliographiques

- **Benkrid E., (2008).** Etude de l'évolution spatio-temporelle de l'occupation du sol dans la plaine du Bas Chélif (Algérie). Thèse de Master, Université de Montpellier 2, 54 p.
- **Bouzenzana L., (2015).** Etude diachronique de la régression de la végétation forestière par télédétection dans le massif de Djebel El Ouahch (Constantine), Mémoire de Master, Université des Frères Mentouri Constantine, 10-14 pp
- **Dahmani M., (2002).** Typologie et dynamique des chênaies vertes en Algérie, Forêt Méditerranéennes, (N° 2, p117)
- **Hainry D. et Colombet M., (2009).** Bilan des introductions et perspectives d'utilisation du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) en Bretagne, Référentiel Forestier Régional de Bretagne, p2.
- **Laala A. et Alatou D., (2016).** Analyse de la dynamique des massifs forestiers de l'Est algérien par la télédétection satellitaire, article, 956,957pp.
- **M'hirit A. et Samih M., (1994).** Le cèdre de l'atlas *Cedrus atlantica* (Manetti), annales de la recherche forestière au Maroc, 30 p.
- **Quezel P., (1976).** Les chênes sclérophylles en région méditerranéenne, Options Méditerranéennes, N° 35.
- **Quezel. P., (1986).** Les pins du groupe Halepensis : Ecologie, Végétation, Ecophysiologie, Options Méditerranéennes, (N°1, p13)
- **Sellers P. J., (1985).** Canopy Reflectance, Photosynthesis and Transpiration. International Journal of Remote Sensing 6: pp 1335-1337.
- **Tir E., (2016).** Analyse spatiale et cartographie de la régénération forestière post-incendie dans la wilaya de Tissemsilt, Mémoire de Magister, Université de Tlemcen, 39p.
- **Zerroug K., (2012).** Elaboration d'un système d'information géographique (flore) dans la Wilaya de Sétif. Mém. Mag. Uni. Ferhat Abbas. Sétif, pp 40-100,102, 107-110.

RESUMES

RÉSUMÉ

La wilaya de Sétif, représente un ensemble phytogéographique très remarquable du point de vue de sa végétation forestière. L'action anthropique et les incendies, sont les principales causes de la dégradation de cette végétation forestière. Cette étude vise à mettre en évidence l'ampleur des changements du couvert forestier entre 1984 et 2019 à partir des images satellitaires LANDSAT TM5 (1984,1993, 2001 et 2010) et LANDSAT OLI 8 (2019). La méthode adoptée pour étudier cette évolution est basée sur les techniques de télédétection et de cartographie. Celles-ci, ont permis de faire une analyse spatiotemporelle de la dynamique de l'évolution de la végétation forestière, dans la wilaya de Sétif sur une période de 35 ans.

Mots clés : Evolution, Sétif, étude diachronique, végétation, forêt.

SUMMARY

The province of Setif, represents a phytogeographic complex very remarkable from the point of view of its forest vegetation. Anthropogenic action and fires are the main causes of the degradation of this forest vegetation. This study aims to highlight the extent of forest cover changes between 1984 and 2019 using LANDSAT TM5 satellite imagery (1984, 1993, 2001 and 2010) and LANDSAT OLI 8 (2019). The method adopted to study this evolution is based on the techniques of remote sensing and mapping. These, made possible a spatiotemporal analysis of the dynamics of the evolution of forest vegetation, in the province of Setif over a period of 35 years.

Key words: Evolution, Setif, diachronic study, vegetation, forest.

ملخص

ولاية سطيف، تحوي ثروة نباتية رائعة جدا من وجهة نظر الغطاء الغابي. النشاط البشري والحرائق هي الأسباب الرئيسية لتدهور الغطاء النباتي لهذه الغابات. تهدف هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على مدى تغير الغطاء النباتي بين عامي 1984 و2019 باستخدام صور الأقمار الصناعية لاندسات 1984 TM5، 1993، 2001 و2010 ولاندسات 2019 OLI 8 وتستخدم هذه الطريقة المعتمدة لدراسة هذا التطور على الاستشعار عن بعد ورسم الخرائط. وقد مكنت هذه الطريقة من التحليل الزمني والجغرافي لتطور الغطاء النباتي للغابات في ولاية سطيف لمدة تمتد إلى 35 سنة.

الكلمات المفتاحية: تطور، سطيف، دراسة تاريخية، نباتات، غابة.

**Présenté par : BENKHELFI Rayene &
BOUCHACHOUA Khouloud**

Année universitaire : 2020/2021

Thème :

Etude diachronique de la végétation forestière dans la wilaya de Sétif

Résumé

La wilaya de Sétif, représente un ensemble phytogéographique très remarquable du point de vue de sa végétation forestière. L'action anthropique et les incendies, sont les principales causes de la dégradation de cette végétation forestière. Cette étude vise à mettre en évidence l'ampleur des changements du couvert forestier entre 1984 et 2019 à partir des images satellitaires LANDSAT TM5 (1984,1993, 2001 et 2010) et LANDSAT OLI 8 (2019). La méthode adoptée pour étudier cette évolution est basée sur les techniques de télédétection et de cartographie. Celles-ci, ont permis de faire une analyse spatiotemporelle de la dynamique de l'évolution de la végétation forestière, dans la wilaya de Sétif sur une période de 35 ans.

Mots clés : Evolution, Sétif, étude diachronique, végétation, forêt.

Laboratoire de recherche :

Laboratoire de Développement et Valorisation des Ressources Phytogénétiques.

Jury d'évaluation

Président du jury : GANA Mohamed

MCB -UFM Constantine 1.

Rapporteur : ARFA Azzedine Mohamed Touffik

MCB - UFM Constantine 1.

Examineur : BENDERRADJI Mohamed El Habib

Prof - UFM Constantine 1.

Date de soutenance : **septembre 2021 (à distance)**