



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

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



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

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : Biologie et Ecologie Végétale

قسم : بيولوجيا و علم 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 :

Suivi par télédétection de la dynamique des reboisements du barrage vert algérien dans la wilaya de Djelfa.

Présenté et soutenu par : DJENHI Foued et TABTACHI Smain Aymen

Le : Septembre 2020

Jury d'évaluation :

Président du jury : BENDERRADJI Mohamed El Habib Prof - UFM Constantine 1.

Rapporteur : ARFA Azzedine Mohamed Touffik MCB - UFM Constantine 1.

Examineur : ALATOU Djamel Prof - UFM Constantine 1.

Examineur : GANA Mohamed MAB - UFM Constantine 1.

*Année universitaire
2019 – 2020*

Remerciements

REMERCIEMENTS

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

Nous adressons nos vifs remerciements et nos sincères gratitude à notre encadreur **Mr. ARFA AZZEDINE MOHAMED TOUFFIK**, pour ses aides précieuses, ses orientations, sa patience, ses conseils et qu'il a fait beaucoup d'efforts pour superviser ce travail.

Nous remercions chaleureusement **Mr BENDERRADJI MOHAMED EL HABIB** qui a accepté de présider le jury.

Je remercie messieurs **Mr. ALATOU DJAMEL** et **Mr. GANA MOHAMED** d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Notre gratitude s'adresse également à nos enseignants de Master 2 : **Mlle HANA ALATOU**, **Mme TOUABA** et **Mr HAMEL**.

Nous associons à ces remerciements nos amis de la promotion.

Nos grands remerciements vont aussi à nos familles, nos amis et tous ceux qui nous ont aidé pour réaliser ce travail.

Dédicaces

Dédicace

Alhamdou Lillah qui grâce à lui les bonnes actions sont accomplies

Je dédie ce modeste travail :

À toute ma grande famille :

Mes chers parents

Mes chères sœurs

Mes frères

Ma petite famille :

Ma femme

Mes 2 fils

Mes 2 filles

À toute la famille

A tous mes amis.

A mon binôme Tabtachi Aymen

A toute la promotion 2019/2020 Protection des écosystèmes

À tous ceux qui ont participé de près ou de loin
pour la réalisation de ce travail

DJENHI Foued

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A ALLAH

Au PROPHETE **MOHAMED** paix et salut sur lui.

A mon père

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

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.

Je dédie aussi ce travail à mon cher grand-père **Ammar** (puisse Allah avoir pitié de lui et que Dieu l'accueille dans sa miséricorde), à mon encadreur Monsieur **Arfa**, la famille **Tabtachi et Benterouche**, mes frères (**Mahrez, Taki, Nacer eddine, Ramy et Ammar**), mes amis (**Foued, Aya Sabrine, Charaf eddine**) mes collègues, mes enseignants du cycle primaire, moyen, secondaire, universitaire et tous ceux qui m'estiment.

TABTACHI Smain Aymen

Sommaire

Sommaire

Table des illustrations

Introduction.....	1
Chapitre I : Présentation de la zone d'étude.....	2
1. Présentation générale du barrage vert.....	2
1-1. Objectifs et historique.....	2
1-2. Localisation du barrage vert algérien.....	3
2. Présentation et localisation des sites de reboisement du barrage vert à Djelfa.....	3
3. Eco-géographie de la wilaya de Djelfa.....	6
3-1. Relief.....	6
3-1-1. Les surfaces plus ou moins planes.....	6
3-1-2. Les dépressions.....	6
3-2. Géologie.....	7
3-3. Climat.....	7
3-4. Végétations.....	8
3-4-1. Les forêts.....	8
3-4-2. Les reboisements.....	8
3-4-3. Les formations steppiques.....	8
3-4-4. Les cultures et jachères.....	8
3-5. Les activités agricoles.....	9
Chapitre II : Matériels et méthodes.....	10
1. Approche méthodologique.....	10
1-1. Acquisition des images satellitaires.....	11
1-2. Sélection des dates des images.....	11
1-3. Correction radiométrique.....	11
1-4. Calcul de l'NDVI.....	12
1-5. Classification supervisée de l'NDVI.....	13
1-6. Détection de changement.....	13
2. Matériels utilisés.....	14
2-1. Images satellites.....	14

2-1-1. Landsat Thematic Mapper (TM).....	14
2-1-2. Landsat Operational Land Imager (OLI).....	14
2-2. Logiciels utilisés.....	15
2-2-1. ENVI.....	15
2-2-2. ArcGIS.....	16
 Chapitre III : Résultats et Discussion.....	 17
1. Précision des dates et sélection des images satellite.....	17
2. Calcul de l'NDVI.....	17
3. Classification supervisée de l'NDVI des différentes dates.....	19
4. Détection de changement des reboisements du barrage vert de Djelfa (1984-2020)	21
4-1. Evolution des reboisements du site Moudjebara (1984-2020)	21
4-2. Evolution des reboisements du site Souariz (1984-2020)	24
4-3. Evolution des reboisements du site Had Sahary (1984-2020)	27
4-4. Evolution des reboisements du site Ain Maabad (1984-2020)	30
4-5. Evolution des reboisements du site Hassi Bahbah (1984-2020)	33
5. Bilan global de l'évolution des reboisements du barrage vert de Djelfa (1984-2020)...	36
 Conclusion.....	 38
 Références bibliographiques	
 Résumés	

*Table des
illustrations*

Table des illustrations

Tableaux

Tableau 1 : Travaux de reboisements réalisés dans la région de Djelfa (1962-2014).....	5
Tableau 2 : Classes d'évolution des reboisements du barrage vert de Djelfa (période 1984-2020).....	13
Tableau 3 : Dates et caractéristiques des images LANDSAT choisies.....	17
Tableau 4 : Bilan de l'évolution des reboisements au niveau du site de Moudjebara (1984-2020).....	23
Tableau 5 : Bilan de l'évolution des reboisements au niveau du site de Souariz (1984-2020).....	26
Tableau 6 : Bilan de l'évolution des reboisements au niveau du site de Had Sahary (1984-2020).....	29
Tableau 7 : Bilan de l'évolution des reboisements au niveau du site d'Ain Maabad (1984-2020).....	32
Tableau 8 : Bilan de l'évolution des reboisements au niveau du site de Hassi Bahbah (1984-2020).....	35

Figures

Figure 1 : Approche méthodologique de l'étude diachronique des reboisements du barrage vert de Djelfa.....	10
Figure 2 : Variation de l'NDVI en fonction de la santé de la végétation.....	12
Figure 3 : Landsat TM 5.....	14
Figure 4 : Landsat 8 OLI.....	15
Figure 5 : Bilan des surfaces forestières incendiées de 1985 à 2019.....	37

Photos

Photo 1 : Reboisement de <i>Pinus halepensis</i> Mil. à Moudjebara.....	4
Photo 2 : Une daya de la forêt de Senalba Chergui (barrage vert).....	7
Photo 3 : Elevage ovin dans le Senalba Chergui (Barrage vert de la steppe algérienne)..	9

Cartes

Carte 1 : Localisation du barrage algérien.....	3
Carte 2 : Localisation des sites d'études du barrage vert.....	4
Carte 3 : NDVI de l'image du 07/07 1984.....	18
Carte 4 : NDVI de l'image du 19/07/1994.....	18
Carte 5 : NDVI de l'image du 14/07/2004.....	18
Carte 6 : NDVI de l'image du 10/07/2014.....	18
Carte 7 : NDVI de l'image du 24/06/2020.....	19
Carte 8 : Classification supervisée de l'NDVI (07/07 1984).....	20
Carte 9 : Classification supervisée de l'NDVI (19/07/1994).....	20
Carte 10 : Classification supervisée de l'NDVI (14/07/2004).....	20
Carte 11 : Classification supervisée de l'NDVI (10/07/2014).....	20
Carte 12 : Classification supervisée de l'NDVI (24/06/2020).....	21
Carte 13 : Evolution des reboisements entre 1984 et 1994 à Moudjebara.....	22
Carte 14 : Evolution des reboisements entre 1994 et 2004 à Moudjebara.....	22
Carte 15 : Evolution des reboisements entre 2004 et 2014 à Moudjebara.....	22
Carte 16 : Evolution des reboisements entre 2014 et 2020 à Moudjebara.....	22
Carte 17 : Evolution des reboisements entre 1984 et 2020 à Moudjebara.....	23
Carte 18 : Evolution des reboisements entre 1984 et 1994 à Souariz.....	25
Carte 19 : Evolution des reboisements entre 1994 et 2004 à Souariz.....	25
Carte 20 : Evolution des reboisements entre 2004 et 2014 à Souariz.....	25
Carte 21 : Evolution des reboisements entre 2014 et 2020 à Souariz.....	25
Carte 22 : Evolution des reboisements entre 1984 et 2020 à Souariz.....	26
Carte 23 : Evolution des reboisements entre 1984 et 1994 à Had Sahary.....	28
Carte 24 : Evolution des reboisements entre 1994 et 2004 à Had Sahary.....	28
Carte 25 : Evolution des reboisements entre 2004 et 2014 à Had Sahary.....	28
Carte 26 : Evolution des reboisements entre 2014 et 2020 à Had Sahary.....	28
Carte 27 : Evolution des reboisements entre 1984 et 2020 à Had Sahary.....	29
Carte 28 : Evolution des reboisements entre 1984 et 1994 à Ain Maabad.....	31
Carte 29 : Evolution des reboisements entre 1994 et 2004 à Ain Maabad.....	31
Carte 30 : Evolution des reboisements entre 2004 et 2014 à Ain Maabad.....	31
Carte 31 : Evolution des reboisements entre 2014 et 2020 à Ain Maabad.....	31
Carte 32 : Evolution des reboisements entre 1984 et 2020 à Ain Maabad.....	32

Carte 33 : Evolution des reboisements entre 1984 et 1994 à Hassi Bahbah.....	34
Carte 34 : Evolution des reboisements entre 1994 et 2004 à Hassi Bahbah.....	34
Carte 35 : Evolution des reboisements entre 2004 et 2014 à Hassi Bahbah.....	34
Carte 36 : Evolution des reboisements entre 2014 et 2020 à Hassi Bahbah.....	34
Carte 37 : Evolution des reboisements entre 1984 et 2020 à Hassi Bahbah.....	35

Introduction

Introduction

Au début des années 70, l'Algérie a lancé un grand projet de barrage vert pour la lutte contre la désertification des zones steppiques qui réduit de plus en plus les parcours et menace les terres arables.

Le barrage vert algérien a été créé par la décision du 23 juin 1970, relative à la création du périmètre de reboisement de Moudjebara dans la wilaya de Djelfa. Au niveau de cette wilaya, le barrage vert constitue un grand intérêt écologique et socioéconomique au vu de sa densité et de sa surface.

L'objectif principal de ce travail est de réaliser une étude spatiotemporelle de l'évolution des reboisements du barrage vert là où tout a commencé, à savoir : la wilaya de Djelfa.

L'approche méthodologique adoptée pour cette étude consiste à utiliser une série d'images satellitaires à différentes dates, entre 1984 et 2020, pour suivre l'évolution des reboisements dans le temps et détecter les changements du point de vue surface et densité.

Les résultats attendus de cette étude nous permettrons de dresser un bilan détaillé sur l'échec ou la réussite des différents sites de reboisement du barrage vert que compte la wilaya de Djelfa, sur une période de 37 ans.

Chapitre I :
Présentation
De la région
d'étude

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

1. Présentation générale du barrage vert

1-1. Objectifs et historique

Les zones arides de l'Atlas saharien algérien sont bien sujettes au phénomène de désertification, qui se manifeste par des paysages désertiques. La surcharge pastorale et le défrichement des parcours, reste la principale cause de désertification, avec pour conséquence la réduction plus au moins irréversible du couvert végétal.

Sur le plan économique et social, l'incidence des effets de la désertification apparaissent à travers :

- la stérilisation des terres de parcours et agricoles par l'ensablement ;
- la réduction des disponibilités fourragères ;
- l'ensablement des agglomérations et des voies de communication ;
- la précarité de l'élevage ovin.

Conscientes de cette situation alarmante, les autorités algériennes ont entrepris un vaste programme de reboisement aussi bien au nord qu'au sud du pays afin de réduire le processus désertification et surtout mettre en valeur les zones pré-sahariennes (Bouaichi, 2017).

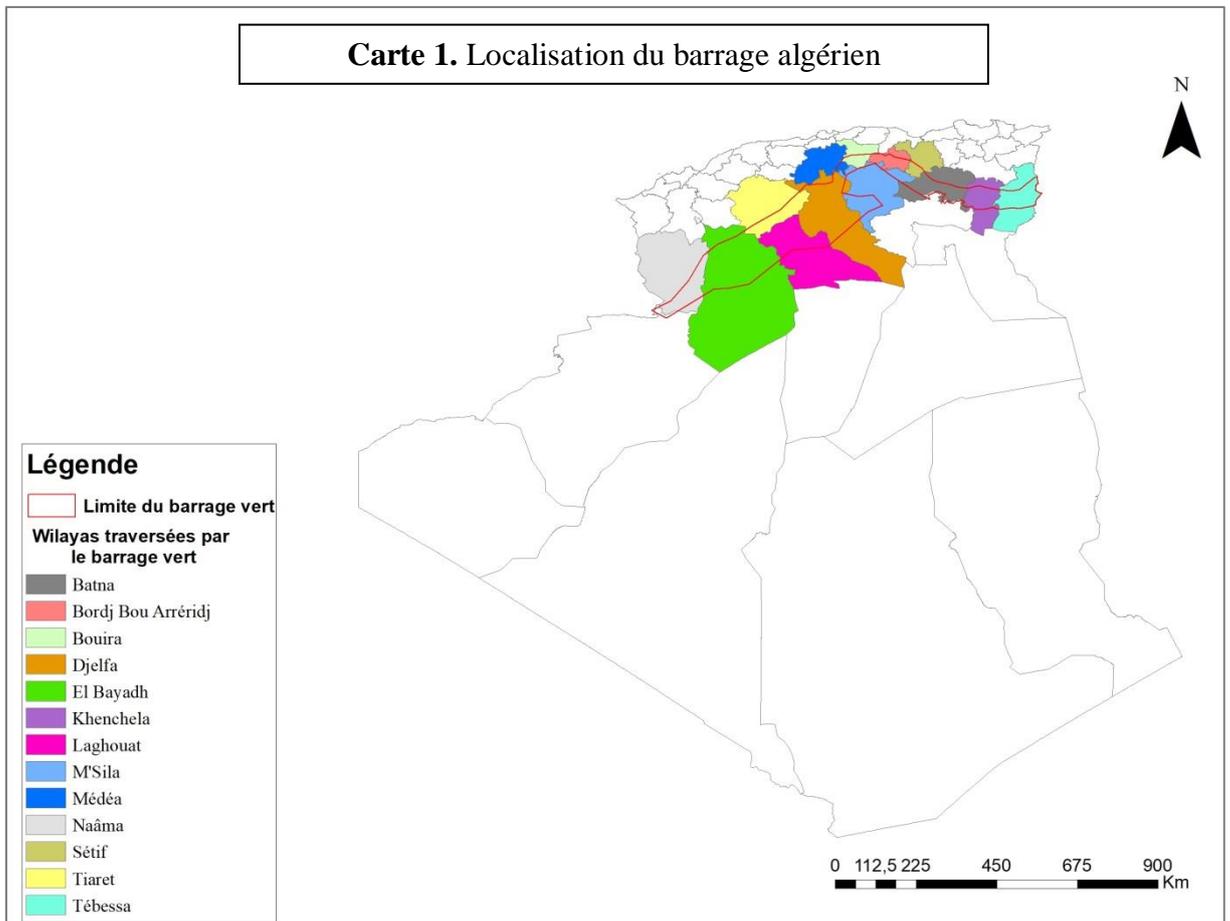
Le projet du barrage vert a permis :

- ✓ la reconstitution des massifs forestiers dégradés de l'Atlas saharien avec le traitement d'une superficie de 300.000 ha ;
- ✓ la protection des centres de vie et des infrastructures socio-économiques contre l'ensablement par la fixation de dunes et les ceintures vertes sur près de 5.000 ha ;
- ✓ les aménagements et les plantations pastorales pour augmenter l'offre fourragère sur 25.000 ha ;
- ✓ le désenclavement des populations par la mise en place de réseaux de pistes sur plus de 5.000 km ;
- ✓ la mobilisation de la ressource hydrique au profit des populations à travers la réalisation de 90 points d'eau (Mohammed Keriati et Rehif, 2017).

1-2. Localisation du barrage vert algérien

Le barrage vert « la grande muraille verte » qui devait constituer une large barrière forestière face au désert s'étend au niveau de l'Atlas saharien depuis la frontière marocaine à l'ouest jusqu'à la frontière tunisienne à l'Est, sur une longueur de 1500 km environ et une largeur de 20 km, soit une superficie total de 3.000.000 ha.

Le champ d'intervention du barrage vert est constitué par la partie présaharienne comprise entre les isohyètes 300 mm au Nord et 200 mm au sud (Bouaichi, 2017) (Carte 1).

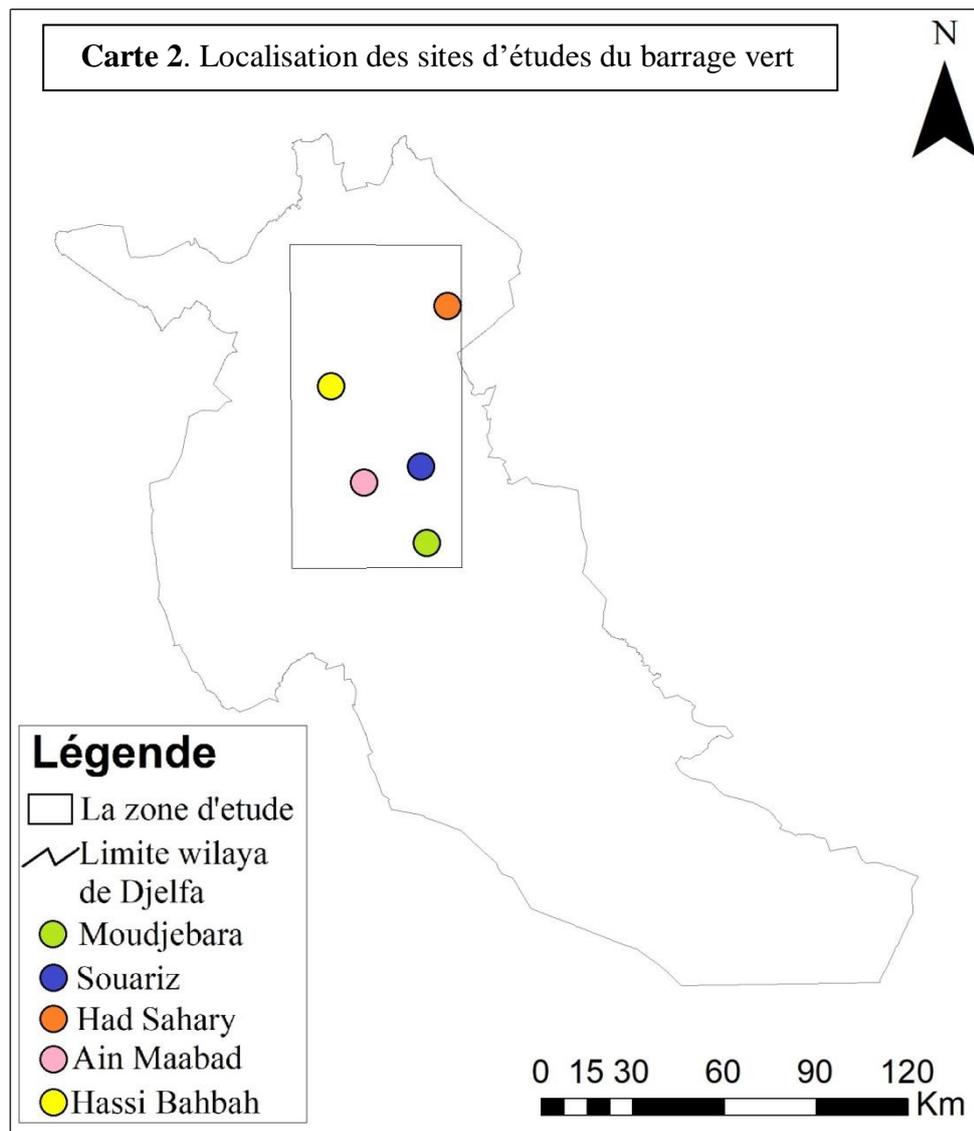


2. Présentation et localisation des sites de reboisement du barrage vert à Djelfa

Comme barrière à la désertification et pour une reconstitution du complexe climacique, la wilaya de Djelfa a bénéficié du programme barrage vert. Plusieurs projets de reboisements, dès 1962, ont été déployés à l'arrière des forêts naturelles de pins d'Alep, dans les monts d'Ouled Nails, dont le premier périmètre reboisé fut celui de Moudjbara (Photo 1) avec plus de 13.000 hectares (Bachir, 2019) (Carte 2).



Photo 1. Reboisement de *Pinus halepensis* Mil. à Moudjbara (Bachir, 2019).



Le barrage vert à Djelfa est localisé au centre et au nord de la wilaya. La carte 2 représente les principaux sites choisis pour l'étude de l'évolution du barrage vert à savoir :

- Moudjbara (34°37'06''N et 03°21'02''E) ;
- Ain Maabad (34°47'49''N et 03°07'41''E) ;
- Souariz (Dar Chioukh) (34°50'36''N et 03°19'38''E) ;
- Hassi Bahbah (35°04'50''N et 03°00'37''E) ;
- Had Sahary (35°19'21''N et 03°26'23''E).

Dans un bilan de réalisation établie par les services de la conservation, un tableau récapitulatif englobe les surfaces reboisées, entre 1962 et 2014, à l'échelle de la willaya de Djelfa (Tableau 1) (Derouèche, 2015).

Tableau 1. Travaux de reboisements réalisés dans la région de Djelfa (1962-2014) (Derouèche, 2015).

Période de 1962 à 1996		Période de 1997 à 2014	
Années	Reboisements (ha)	Années	Reboisements (ha)
62-70	3407	1997	3599
71-80	27047,34	1998	1432
1981	1580	1999	400
1982	700	2000	522
1983	2335	2001	92
1984	100	2002	250
1985	380	2003	100
1986	169	2004	140
1987	0	2005	0
1988	0	2006	495
1989	0	2007	3460
1990	1439	2008	2215
1991	800	2009	820
1992	0	2010	1010
1993	132	2011	500
1994	1366	2012	150
1995	2911	2013	650
1996	1682	2014	389
Total = 60272,34			

3. Eco-géographie de la wilaya de Djelfa

3-1. Relief

L'ossature du relief est constituée par des prolongements de l'Atlas tellien, les chaînes de l'Atlas présaharien, correspondant à des secteurs à plissements réguliers du système alpin orientés Sud-Ouest Nord-Est. La wilaya de Djelfa comprend trois grandes régions différenciées :

- le plateau d'Ain Ouessera dans le Nord ;
- les monts de l'Atlas saharien ;
- le plateau saharien.

3-1-1. Les surfaces plus ou moins planes

Elles sont constituées par des glacis et des terrasses. Selon Pouget (1980), on trouve :

- les glacis les plus hauts ceux du quaternaire ancien, correspondant à des glacis à croûtes calcaires importantes se localisent essentiellement au Sud de l'Atlas saharien (Hamadas). Ils se trouvent dans les Dayas au sud de Djelfa ;
- les glacis du quaternaire moyen : l'accumulation calcaire est moins importante ; ces types sont souvent ensablés avec une végétation psamophile ;
- des formes récentes constituées de dépôts alluviaux ou colluviaux, représentées par les chenaux d'oueds et des dépressions marécageuses temporaires ;
- des formations alluviales du quaternaire récent et actuel : ce sont les terrasses développées de part et d'autre des principaux oueds (Oued Touil, Messaâd, etc.).

3-1-2. Les dépressions

Il existe deux types de dépressions dans la wilaya de Djelfa :

- a) **Dayas** : ce sont des dépressions circulaires de faibles dimensions, avec un diamètre de l'ordre de plusieurs décimètres. Elles se forment sur une surface encroûtée du quaternaire ancien. Elles constituent des zones de drainage où l'eau de ruissellement s'accumule pour submerger la surface. Les dayas sont des surfaces généralement riches en éléments nutritifs et sont utiles en agroforesterie dans la steppe et le barrage vert (Photo 2).



Photo 2. Une daya de la forêt de Senalba Chergui (barrage vert) (Gasmi, 2017).

- b) **Zahrez** : se sont de vastes systèmes endoréiques du quaternaire moyen, couvrant plusieurs dizaines de Km², où s'accumulent les eaux de ruissellement salées dans la zone centrale, la plus basse qui est sans végétation (salinité hautement élevée), au tour de cette auréole centrale, pousse une végétation halophile caractéristique. Le Zahrez Gharbi est à une altitude de 827 m et le Chergui à 834 m. Les sols des Zahrez sont légers et peuvent recevoir une agroforesterie irriguée (Gasmi, 2017).

3-2. Géologie

La région de Djelfa est constituée de calcaire et de marne crétacée qui forment en générale le cadre montagneux avec quelques appointements triasiques. Au niveau des plaines, les ruptures de paysage sont formées de roche tertiaire (grés) assez dure. Cependant la quasi-totalité de ces régions basses est constituée par des dépôts quaternaires provenant des roches tendres (marnes et argile rouge) arrachées par l'érosion des zones montagneuses. Aussi la présence de sels (calcaire, gypse et sels solubles) à des conséquences sur la composition des eaux superficielles et souterraines, cas de Oued Mellah (Djaballah, 2008).

3-3. Climat

Le climat de la wilaya de Djelfa est semi-aride à aride avec une nuance continentale. En effet, le climat est semi-aride dans les zones situées dans la partie centre et Nord de la wilaya avec une moyenne de 200 mm à 350 mm de pluie par an et aride dans toute la partie sud de la wilaya qui reçoit moins de 200 mm en moyenne par an.

Les vents dans la wilaya de Djelfa sont caractérisés par leur intensité et leur fréquence. Les vents les plus fréquents sont ceux d'orientation Nord-Est et Nord-Ouest d'origine océanique et nordique. Cependant, la principale caractéristique des vents dominants dans la région est matérialisée par la fréquence du sirocco, d'origine désertique, chaude et sèche, dont la durée peut varier de 20 à 30 jours par an (Laoud et Bouzid, 2016).

3-4. Végétations

3-4-1. Les forêts

Les forêts occupent les chaînes de montagnes du Sénalba, du Djebel Azreg et du Djebel Boukahil. Elles sont claires et aérées par manque de sous-bois conséquent et l'inexistence de maquis. Les principales essences forestières sont : le pin d'Alep, le chêne vert et le genévrier de Phénicie.

3-4-2. Les reboisements

Les espèces d'arbustes utilisées lors des projets de reboisements sont : le Tamarix, l'Atriplex canescens et l'olivier de bohême. En ce qui concerne les arbres nous avons, essentiellement, le pin d'Alep, le chêne vert, le chêne liège, le cyprès de l'Atlas et le genévrier.

3-4-3. Les formations steppiques

Formation à base de graminées vivaces (Alfa, Sparte, Drin) et à base de chamaephytes vivaces (Armoise blanche, Armoise champêtre, Zefzef).

Globalement les superficies utilisées comme parcours représentent 82% de la superficie totale de la wilaya (Mohammed Keriati et Rehif, 2017).

3-4-4. Les cultures et jachères

Les périmètres irrigués et les cultures arbustives occupent une superficie négligeable par rapport aux cultures annuelles (céréales) et les autres formations. Les superficies utilisées pour la céréaliculture sont de 47.450 ha soit 1,6% de la superficie totale. Cette superficie varie selon les années en fonction de la pluviosité (Djaballah, 2008).

3-5. Les activités agricoles

La wilaya de Djelfa se caractérise par une activité agropastorale où l'élevage ovin occupe une place prépondérante (Photo 3). Cet élevage reste conduit d'une façon extensive dominée par la transhumance, ce mode de faire valoir ancestral n'a pas connu d'évolution dans ses fondements, contrairement à l'activité agricole qui connaît depuis une décennie une dynamique de développement importante.



Photo 3. Elevage ovin dans le Senalba Chergui (Barrage vert de la steppe algérienne) (Gasmi, 2017).

Cette pratique de l'élevage traditionnel est conduite en association avec une céréaliculture à faible rendement, exception faite des dayas et des zones d'épandage qui bénéficient en période de pluies d'apports importants en eau dus au ruissellement, elle se caractérise par :

- une production aléatoire ;
- un rendement faible (2 à 4 Q/ha) ;
- une exploitation abusive des parcours (Laoud et Bouzid, 2016).

Chapitre II :
Matériels et
méthodes

Chapitre II : Matériels et méthodes

1. Approche méthodologique

L'approche méthodologique suivie pour l'étude de l'évolution des reboisements du barrage vert, au niveau de la wilaya de Djelfa, durant la période 1984-2020 s'appuie sur l'analyse spatiotemporelle et le traitement des images satellitaires par télédétection. La figure 1 illustre les différentes étapes réalisées dans cette étude.

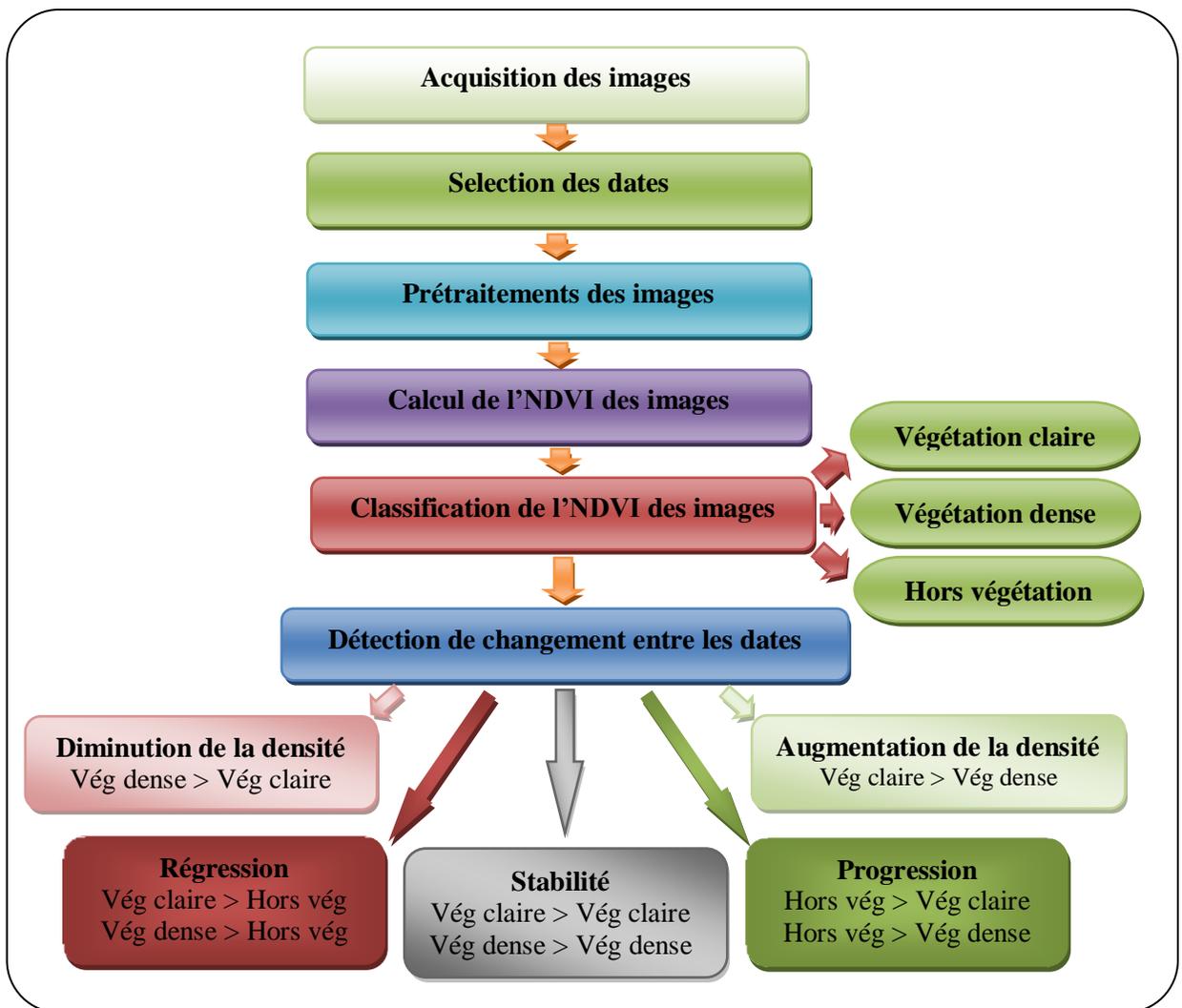


Figure 1. Approche méthodologique de l'étude diachronique des reboisements du barrage vert de Djelfa.

1-1. Acquisition des images satellitaires

Dans le cadre de notre étude nous devons nous questionner sur le type d'images à utiliser (résolution spatiale, spectrale, capteur utilisé,...), mais ce choix dépendra de la disponibilité de ces dernières. Le site Earth Explorer de l'USGS « United States Geological Survey » fournit des images téléchargeables gratuitement du programme Landsat qui offre toute une gamme de capteurs depuis près de 45 ans, contrairement aux images Spot, Ikonos ou Quickbird qui, malgré leurs excellentes résolutions, restent encore aujourd'hui très chères pour des recherches qui ne disposent pas forcément de grands moyens financiers (Derdjini, 2017).

La scène du satellite Landsat couvrant notre zone d'étude correspond à la position :

- 195 pour la trajectoire (path).
- 36 pour la rangée (row).

Concernant le type de satellite utilisé pour la période 1985-2020, nous avons :

- ✓ Landsat TM 5 (1984-2013).
- ✓ Landsat OLI 8 (2014-2020).

1-2. Sélection des dates des images

Le choix de la date des images, lors d'une étude diachronique de la végétation ligneuse, est crucial. Le contraste entre végétation annuelle et végétation pérenne et sempervirente, durant la saison sèche, est plus fort et donc plus facilement détectable (Tir, 2016). Pour cette raison notre choix s'est limité à la période sèche qui va du mois de juin à septembre. Un autre critère qui entre en jeu lors de la sélection des dates c'est la couverture nuageuse qui doit être nulle.

1-3. Correction radiométrique

Ce modèle de correction diminue les perturbations dues à l'atmosphère et aux capteurs. Dans le cas d'étude multi-temporelle, il est souvent souhaitable de corriger la radiométrie en fonction de la date (éclaircissements solaires différents) afin de pouvoir comparer les deux images. Dans la filière de la production des données, ces traitements sont réalisés de manière générale en amont de l'utilisation finale (Derouèche, 2015).

1-4. Calcul de l'NDVI

L'indice de végétation NDVI (Indice de Végétation par Différence Normalisé) est utilisé dans les domaines environnementaux et pour l'agriculture en particulier, car il fournit des informations sur l'état de la végétation.

La formule de l'NDVI est :

$$\text{NDVI} = (\text{proche IR} - \text{rouge}) / (\text{proche IR} + \text{rouge}).$$

La normalisation par la somme des deux bandes permet de réduire les effets d'éclairage. Cet indice normalisé est sensible à la vigueur et à la quantité de la végétation.

Les valeurs de l'NDVI sont comprises entre -1 et +1, les valeurs négatives correspondant aux surfaces autres que les couverts végétaux, comme 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, les réflectances étant à peu près du même ordre de grandeur dans le rouge et le proche infrarouge, le NDVI présente des valeurs proches de 0. Les formations végétales quant à elles, ont des valeurs de l'NDVI positives, généralement comprises entre 0,1 et 0,7. Les valeurs les plus élevées correspondant aux couverts les plus denses. Cet indice agit comme indicateur de la biomasse chlorophyllienne des plantes.

Une végétation en bonne santé absorbe la plupart de la lumière visible qui l'intercepte et réfléchit une partie importante de la lumière PIR. Une végétation malade ou clairsemée réfléchit plus de lumière visible et moins de PIR (figure 2).



Figure 2. Variation de l'NDVI en fonction de la santé de la végétation (Elhalim, 2015).

1-5. Classification supervisée de l'NDVI

Il existe deux types de classification des images : une classification non supervisée et une classification supervisée, dans cette étude nous avons opté pour la classification supervisée de l'NDVI qui permet d'identifier des échantillons assez homogènes de l'image qui sont représentatifs de différents types de surfaces (classes d'information), qui sont : végétation dense, végétation claire et hors végétation, puis l'application d'un algorithme classificateur qui selon certaines règles statistiques va attribuer chaque pixel de l'image à une classe définie (Derjini, 2017).

1-6. Détection de changement

La détection de changement est une méthode qui consiste à comparer les images satellites d'une zone prise à des périodes différentes (Elhalim, 2015). Elle nous est utile pour visualiser et comptabiliser le changement dans la couverture forestière.

Dans cette étude, ces changements peuvent être une progression, une régression, une augmentation de la densité, une diminution de la densité ou une stabilité des reboisements au niveau du barrage vert de la wilaya de Djelfa. Le tableau 2 récapitule les différentes combinaisons possibles entre les différentes dates des images satellites.

Tableau 2. Classes d'évolution des reboisements du barrage vert de Djelfa (période 1984-2020).

Classe date 1	Classe date 2	Evolution
Hors végétation	Végétation claire	Progression
Hors végétation	Végétation dense	Progression
Végétation claire	Hors végétation	Régression
Végétation dense	Hors végétation	Régression
Végétation claire	Végétation dense	Augmentation de la densité
Végétation dense	Végétation claire	Diminution de la densité
Végétation claire	Végétation claire	Stabilité
Végétation dense	Végétation dense	Stabilité
Hors végétation	Hors végétation	Hors végétation

2. Matériels utilisés

2-1. Images satellites

Pour les images satellite, deux types de capteur Landsat ont été utilisée : TM et OLI.

2-1-1. Landsat Thematic Mapper (TM)

Les scènes TM couvrent chacune une surface de 172 x 185 km, la qualité des images TM a été améliorée par rapport au MSS (Multispectral Scanner System) (figure 3).



Figure 3. Landsat TM 5

Le capteur TM à bord de satellite Landsat 4 et 5 produit des images depuis 1984 constituées de 7 bandes multi-spectrales : 3 bandes visibles (bande 1 : bleu, bande 2 : verte, bande 3 : rouge). Une bande proche infrarouge (bande 4), deux bandes moyennes infrarouges (bandes 5 et 7) une bande infrarouge thermique (bande 6). Les bandes de 1 à 5 et 7 ont une résolution spectrale de 30 mètres, la bande 6 de 120 mètres (Boukaba, 2015).

2-1-2. Landsat Operational Land Imager (OLI)

Il a été lancé en Février 2013 (figure 4). Les bandes spectrales du capteur OLI, sont similaires à celles du capteur ETM+ de Landsat 7, avec l'ajout de deux bandes spectrales : un canal visible bleu profond (bande 1) conçu spécialement pour les ressources en eau et la recherche sur les zones côtières, et une nouvelle chaîne infrarouge (bande 9) pour la détection des

nuages cirrus. Deux bandes thermiques (TIRS) capturent les données avec une résolution minimale de 100 mètres, mais elles sont inscrites et livrées avec le produit de données OLI (Boukaba, 2015).



Figure 4. Landsat 8 OLI

2-2. Logiciels utilisés

2-2-1. ENVI

L'ENVI (Environnement For Visualizing Images) est un logiciel qui fournit des outils pour la visualisation, le géoréférencement, les prétraitements, la classification et l'analyse des images satellitaires. L'ENVI 5.1 a été utilisé lors de cette étude.

Il répond à la plus part des exigences de base nécessaires pour le traitement d'une image à savoir :

- ✓ visualisation et traitement des données de télédétection ;
- ✓ traitement et analyse spectrale de l'imagerie multispectrale et hyperspectrale ;
- ✓ géoréférencement des images ;
- ✓ orthoréctification des images;
- ✓ classification et interprétation interactive ;
- ✓ analyse de la végétation à l'aide des indices de végétation (NDVI) ;
- ✓ correction géométrique et radiométrique ;
- ✓ amélioration interactive (spectrale et spatiale) d'une image ;
- ✓ calibrage et correction atmosphérique ;
- ✓ support des formats raster et vecteur (Abdelbaki, 2012).

2-2-2. ArcGIS

ArcGIS est un système d'information géographique regroupant des logiciels clients (ArcView , ArcEditor , ArcInfo et ArcExplorer) et des logiciels serveurs (ArcSDE et ArcIMS). Ils permettent de visualiser, d'interroger, d'analyser et de mettre en page les données géographiques. Il fournit des outils interactifs pour explorer, sélectionner, afficher, éditer, analyser, symboliser et classifier les données ou pour créer automatiquement, mettre à jour ou gérer les cartes et métadonnées (Ouamara, 2013).

La version 10.1 d'ArcGIS a été utilisée pour cette étude.

Chapitre III :
Résultats et
discussion

Chapitre III : Résultats et discussions

1. Précision des dates et sélection des images satellites

Le nombre d'images disponibles correspondantes à la scène de notre zone d'étude, durant la période 1984-2020, est de 636, dont 476 pour Landsat TM 5 et 160 pour Landsat OLI 8.

Le nombre d'images correspondantes à la période sèche et dépourvue de couverture nuageuse est de 156, dont 123 pour Landsat TM 5 et 33 pour Landsat OLI 8.

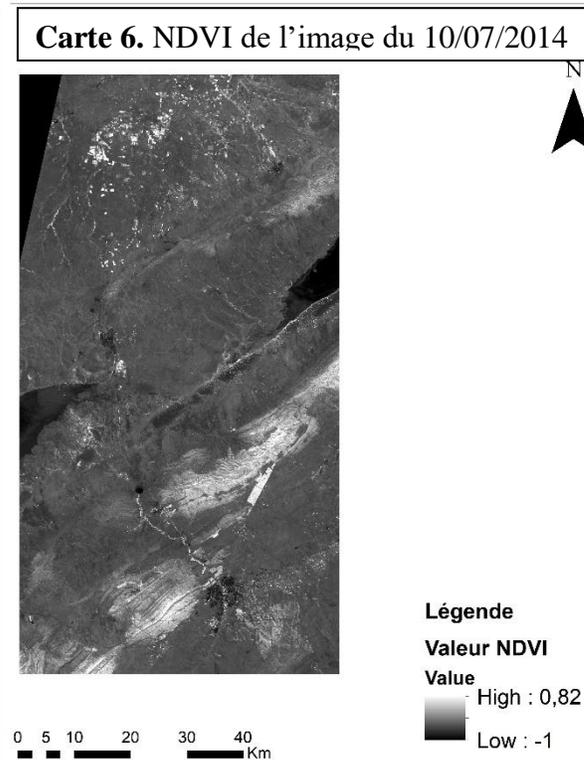
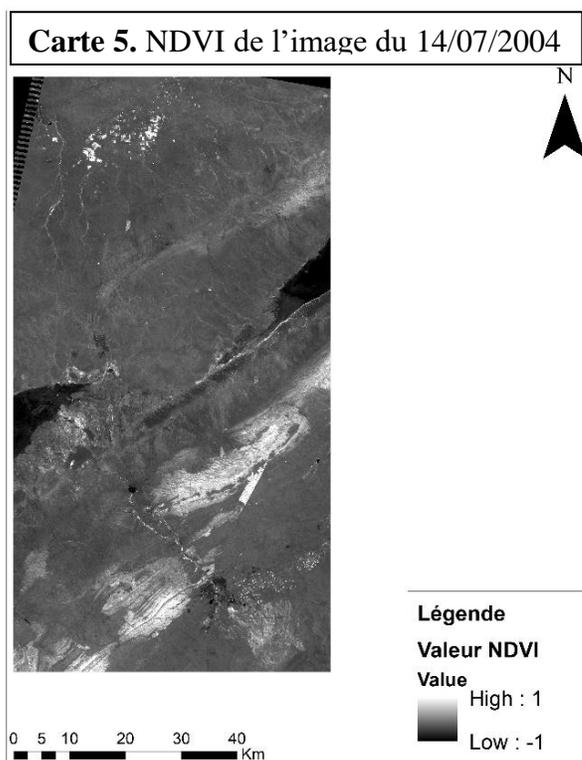
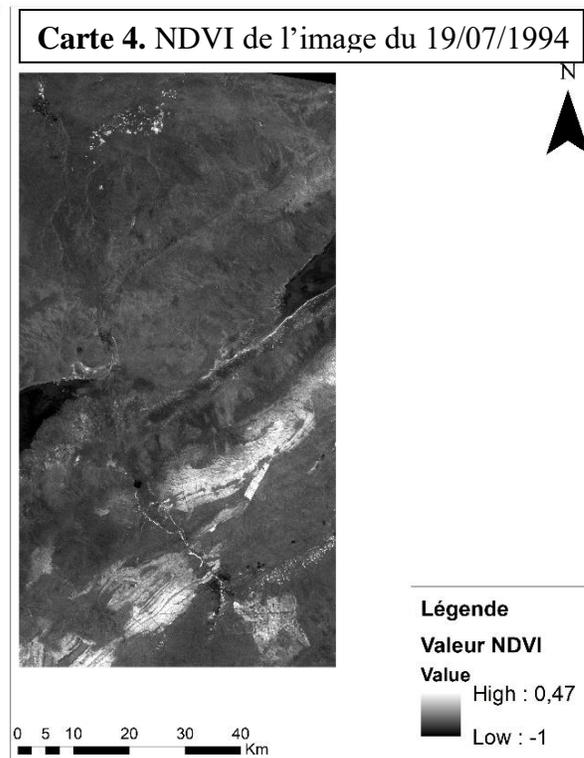
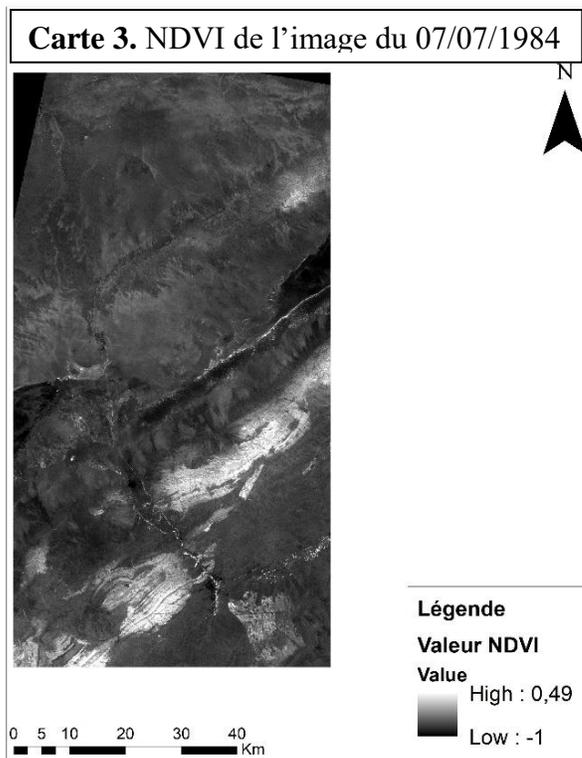
Pour mieux suivre l'évolution des reboisements, la période d'étude a été subdivisée en quatre périodes : de 1984 à 1994, de 1994 à 2004, de 2004 à 2014 et de 2014 à 2020 (Tableau 3).

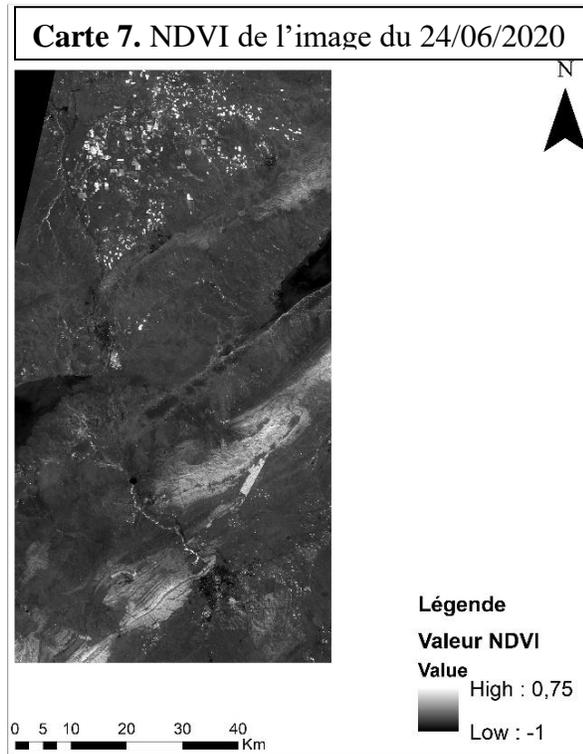
Tableau 3. Dates et caractéristiques des images Landsat choisies.

Satellite	Date	Référence	Nuage
LANDSAT TM 5	07/071984	LT05_L1TP_195036_19840707_20170220_01_T1	0%
LANDSAT TM 5	19/07/1994	LT05_L1TP_195036_19940719_20180613_01_T1	0%
LANDSAT TM 5	14/07/2004	LT05_L1TP_195036_20040714_20180310_01_T1	0%
LANDSAT OLI 8	10/07/2014	LC08_L1TP_195036_20140710_20170421_01_T1	0%
LANDSAT OLI 8	24/06/2020	LC08_L1TP_195036_20200624_20200707_01_T1	0%

2. Calcul de l'NDVI

Les cartes 3, 4, 5, 6, et 7 représentent les résultats de l'NDVI des différentes dates. Ces cartes sont affichées en nuance de gris. Les tons clairs représentent les valeurs les plus élevées et les tons foncés représentent les valeurs les plus faibles. Les valeurs de l'NDVI pour la période 1984-2020 varient entre -1 et +1.





3. Classification supervisée de l'NDVI des différentes dates

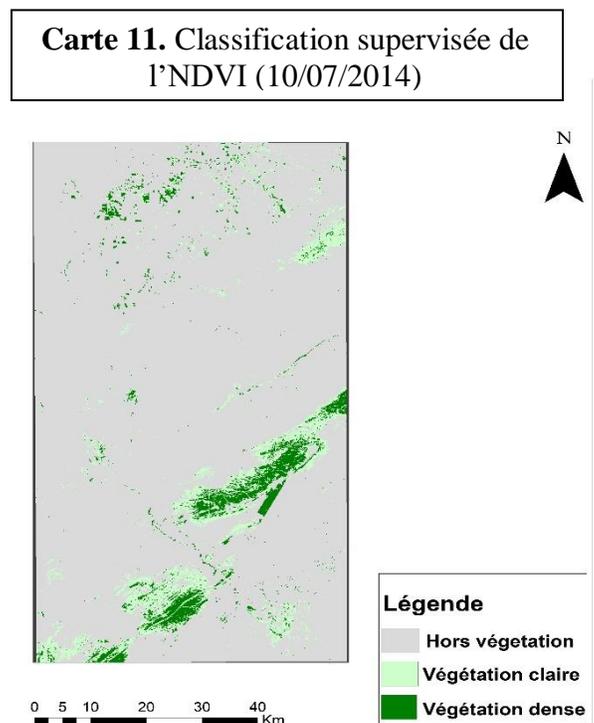
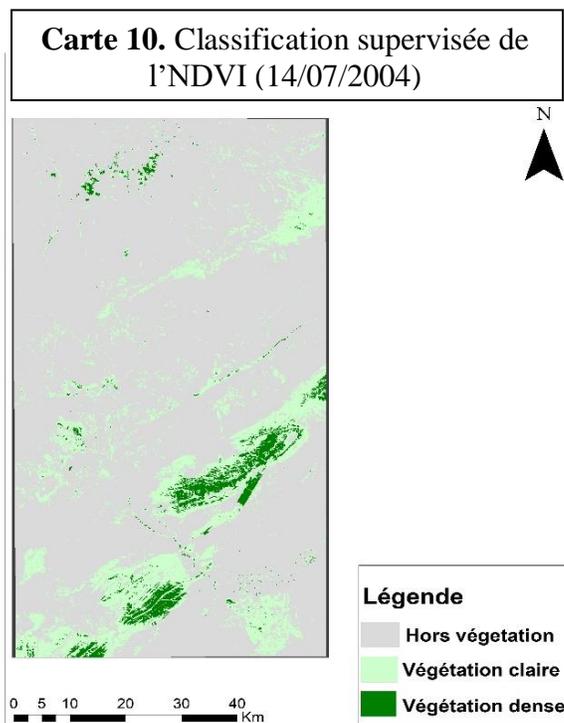
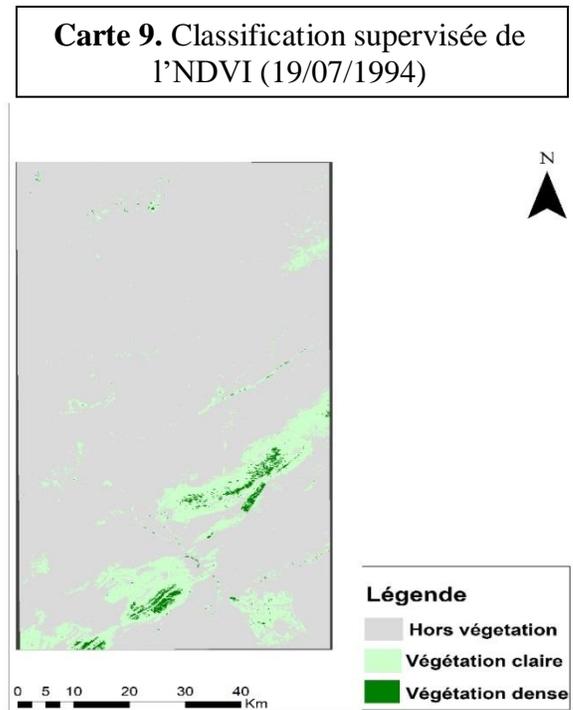
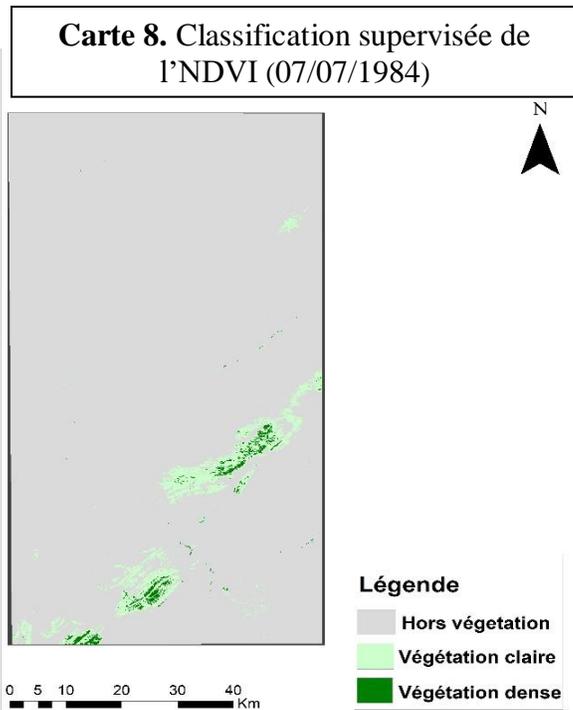
Le résultat de la classification supervisée de l'NDVI des images Landsat de 1984, 1994, 2004, 2014 et 2020 sont présentées dans les cartes de 8 à 12. Ce sont des images bien précises pour la différenciation entre les deux classes de végétation (claire et dense) et la classe hors végétation.

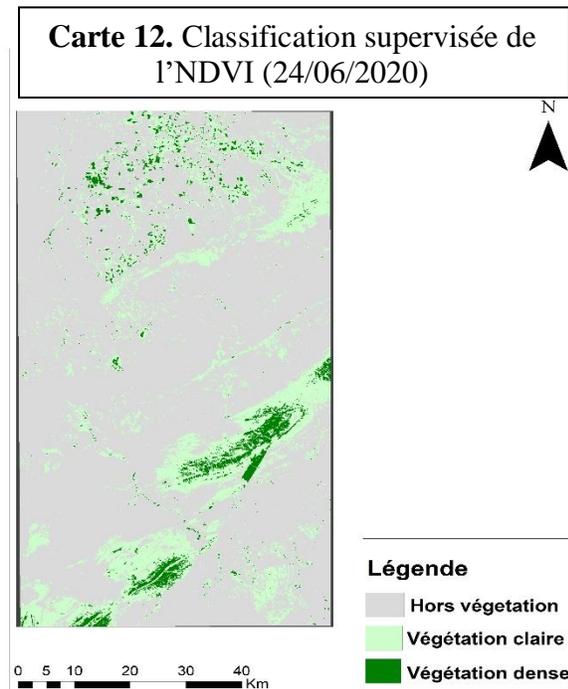
Les seuils de l'NDVI utilisés pour la classification supervisée sont :

$NDVI \leq 0,15$ pour la classe hors végétation ;

$0,15 < NDVI \leq 0,35$ pour la classe végétation claire ;

$NDVI > 0,35$ pour la classe végétation dense.



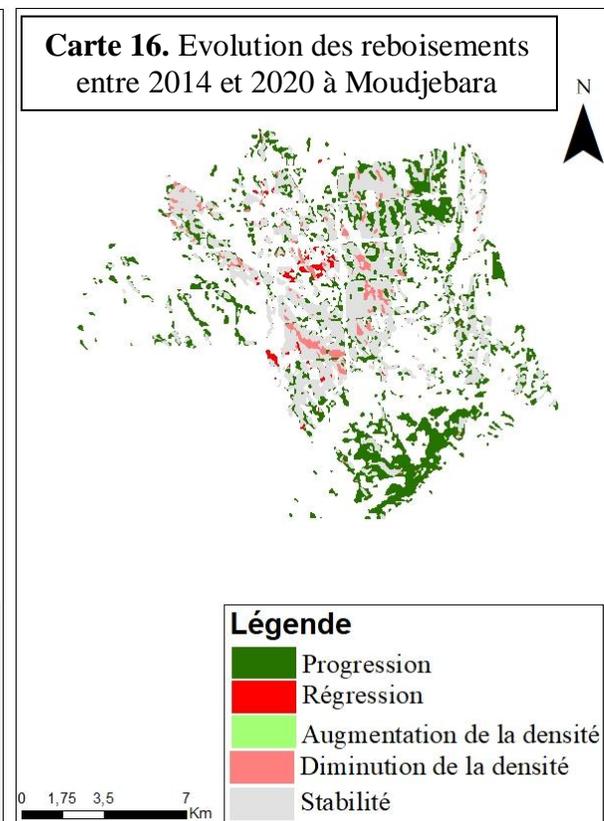
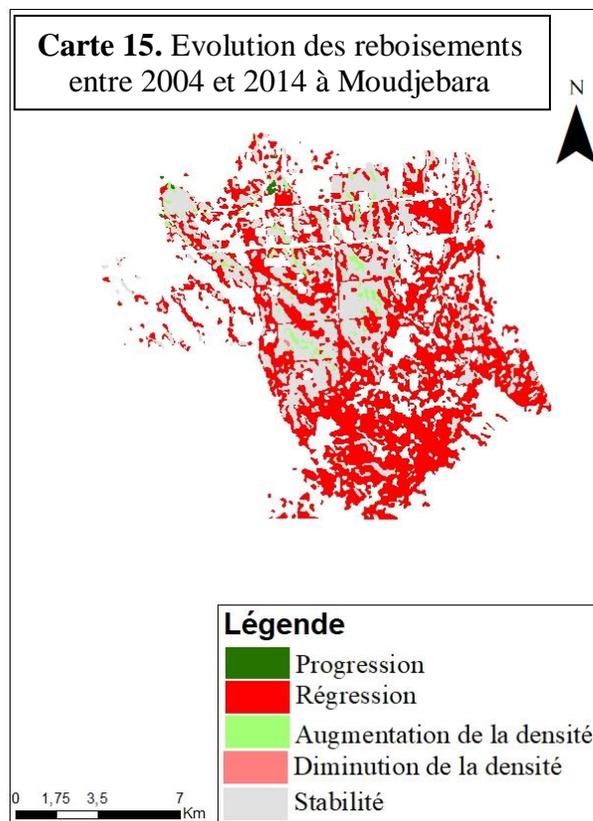
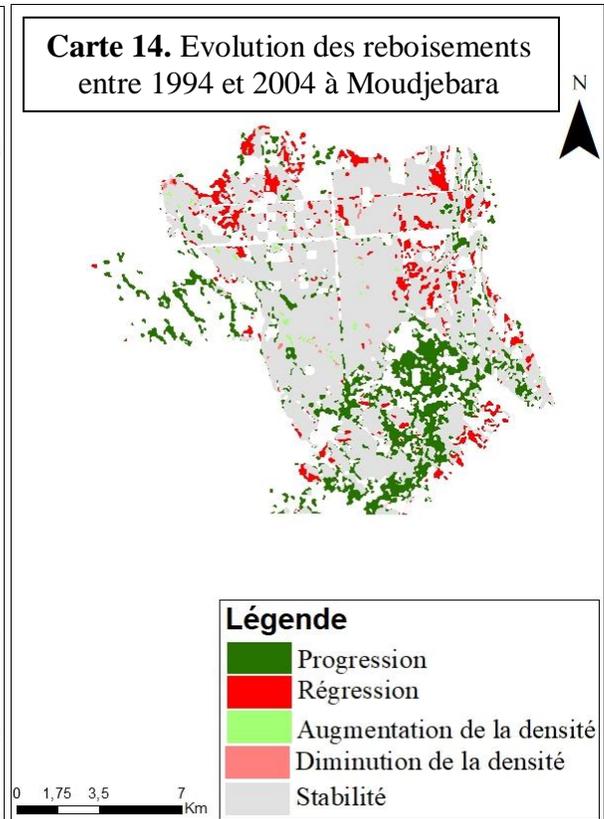
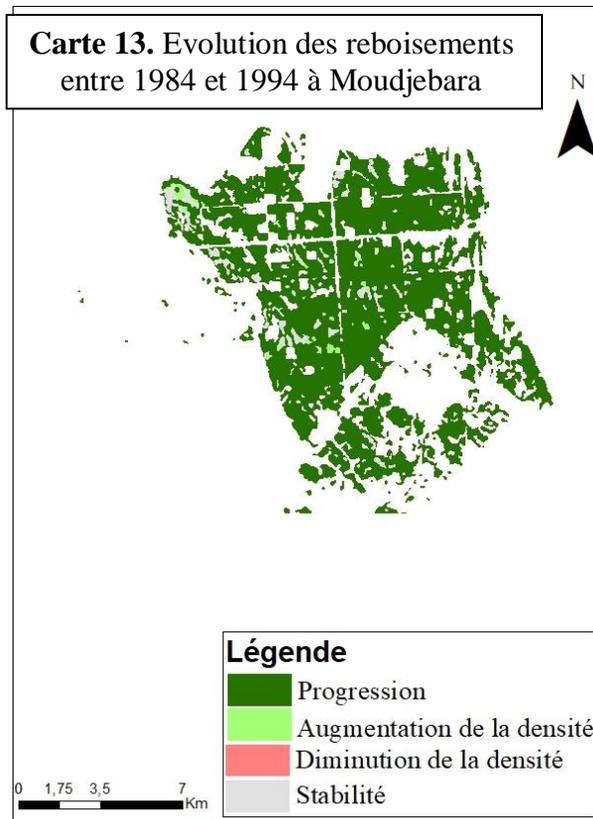


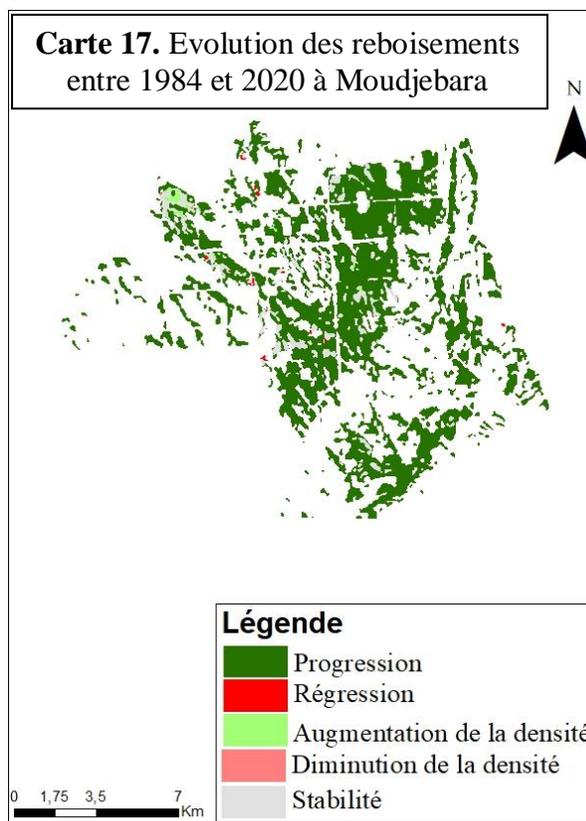
4. Détection de changement des reboisements du barrage vert de Djelfa (1984-2020)

La détection de changement a été réalisée au niveau de chacun des 5 sites de reboisement du barrage vert au niveau de la wilaya de Djelfa pour la période 1984-2020. Les sites concernés sont ceux de Moudjebara, Souariz, Hassi Bahbah, Had Sahary et Ain Maabad.

4-1. Evolution des reboisements du site Moudjebara (1984-2020)

Les résultats de détection de changement des reboisements du barrage vert, au niveau du site de Moudjebara, sont présentés dans les cartes 13, 14, 15, 16 et 17. Ces cartes illustrent, spatialement et quantitativement, les changements importants au sein des reboisements sur une période de 37 ans (1984-2020).





A partir des cartes d'évolution des reboisements, les superficies des différentes classes d'évolution ont été calculées pour le site de Moudjebara entre 1984 et 2020 (Tableau 4).

Tableau 4. Bilan de l'évolution des reboisements au niveau du site de Moudjebara (1984-2020).

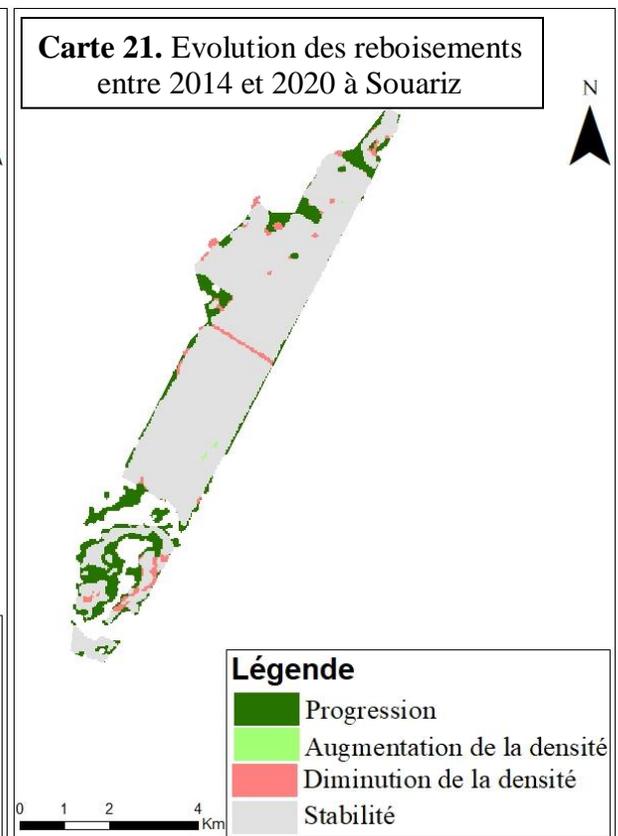
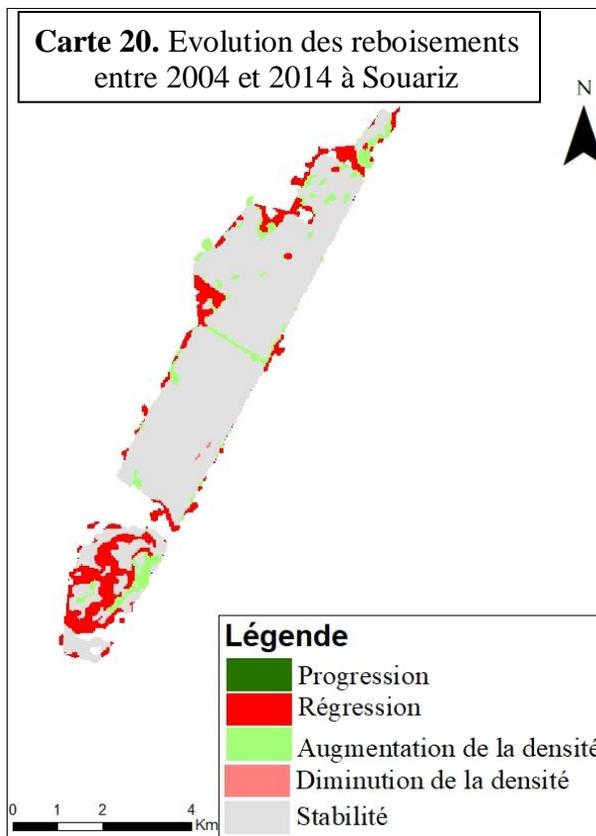
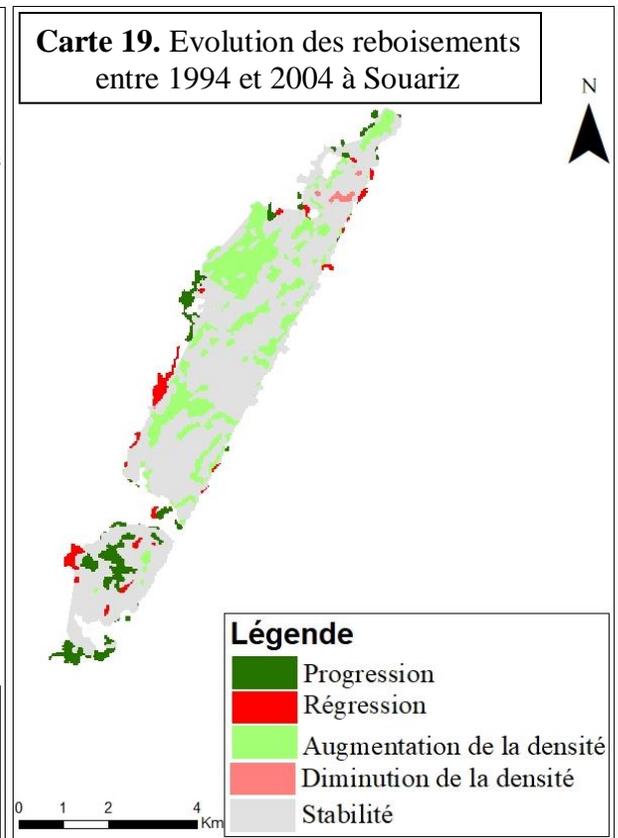
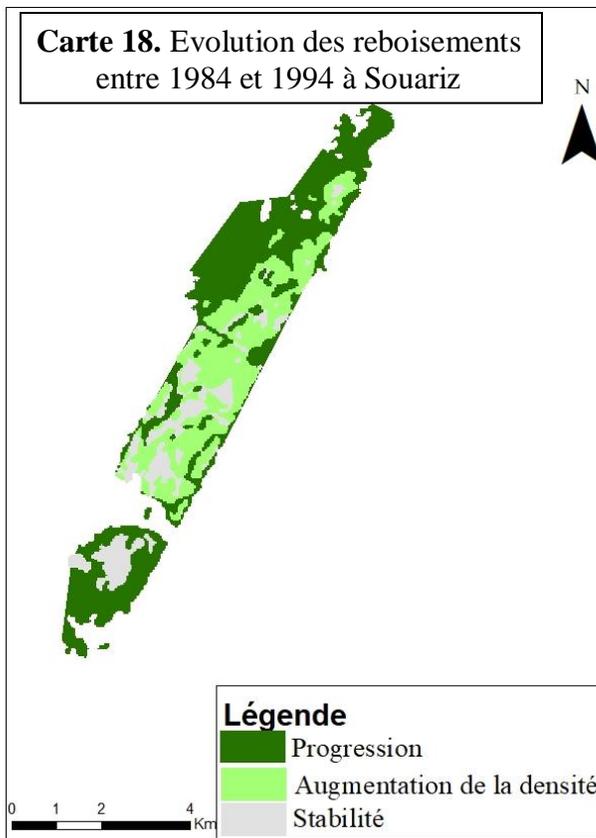
Classes d'évolution	1984-1994		1994-2004		2004-2014		2014-2020		1984-2020	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Progression	6351,2	1501,5	1536,3	22,7	18,6	0,3	1989,5	68,7	4496,6	1046,4
Régression	0	0	770,4	11,4	4669,6	62,2	84,1	2,9	16,9	3,9
Augmentation de la densité	58,8	13,9	43,3	0,6	192,7	2,6	0,2	0,01	32,4	7,5
Diminution de la densité	0,09	0,02	27,4	0,4	5,9	0,1	239,5	8,3	1,4	0,3
Stabilité	364,1	86,1	5939,2	87,6	2637,4	35,1	2571,9	88,8	378,9	88,2
Bilan	6351,2	/	765,9	/	- 4651	/	1905,4	/	4479,7	/

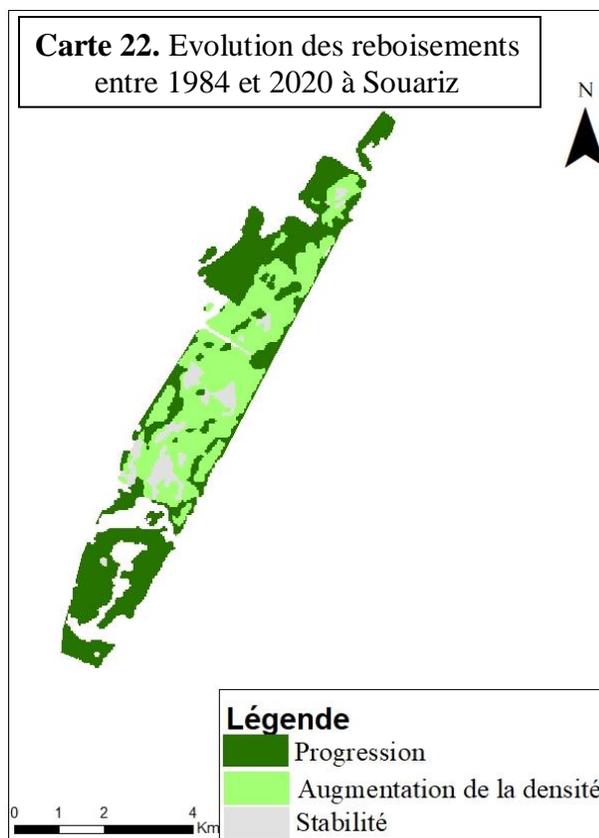
Selon les résultats obtenus on peut analyser l'évolution de ce site comme suit :

- **Période 1984-1994** : avec une progression des reboisements estimé à 6351,2 ha et une régression nulle, le bilan de cette période est largement positif. C'est d'ailleurs la plus forte progression enregistrée durant toute la période d'étude, avec un taux de 1501,5 %. 58,8 ha de reboisement ont vu leur densité augmenté.
- **Période 1994-2004** : une stabilité importante des surfaces reboisées a caractérisée cette période, avec plus de 87% de la surface totale, soit 5939,2 ha. Avec 1536,3 ha de progression et une régression estimée à 770,4 ha, le bilan reste positif et enregistre un gain de 765,9 ha. Les surfaces concernées par une augmentation ou une diminution de densité sont négligeables avec respectivement 43,3 ha et 27,4 ha.
- **Période 2004-2014** : durant cette période les reboisements du site Moudjebara ont subi une importante dégradation estimée à 4669,6 ha. Les pertes, qui représentent 62%, sont d'autant plus importantes car la progression ne concerne que 18,6 ha. En ce qui concerne la densité, le bilan est plutôt positif, avec une augmentation de la densité sur près de 186,8 ha.
- **Période 2014-2020** : après la forte régression de 2014, le site a connu une reprise remarquable avec une progression de 1989,5 ha, alors que la régression n'a touché que 84,1ha. Le bilan est positif avec un gain de 1905,4 ha. En termes de densité, la diminution, avec 239,5 ha, est nettement plus importante que l'augmentation qui n'enregistre que 0,2 ha.
- **Période 1984-2020** : le bilan global de la période d'étude est largement positif avec une surface gagnée de 4479,7 ha, soit un taux de progression de 1046,4 % depuis 1984. Cela est dû au fait que les 3 périodes de progression ont compensé largement la seule période de régression (2004-2014).

4-2. Evolution des reboisements du site Souariz (1984-2020)

Les cartes 18, 19, 20, 21 et 22 illustrent, spatialement et quantitativement, les changements importants au sein des reboisements du barrage vert de Souariz, pour la période (1984-2020).





A partir des cartes d'évolution des reboisements, les superficies des différentes classes d'évolution ont été calculées pour le site de Souariz entre 1984 et 2020 (Tableau 5).

Tableau 5. Bilan de l'évolution des reboisements au niveau du site de Souariz (1984-2020).

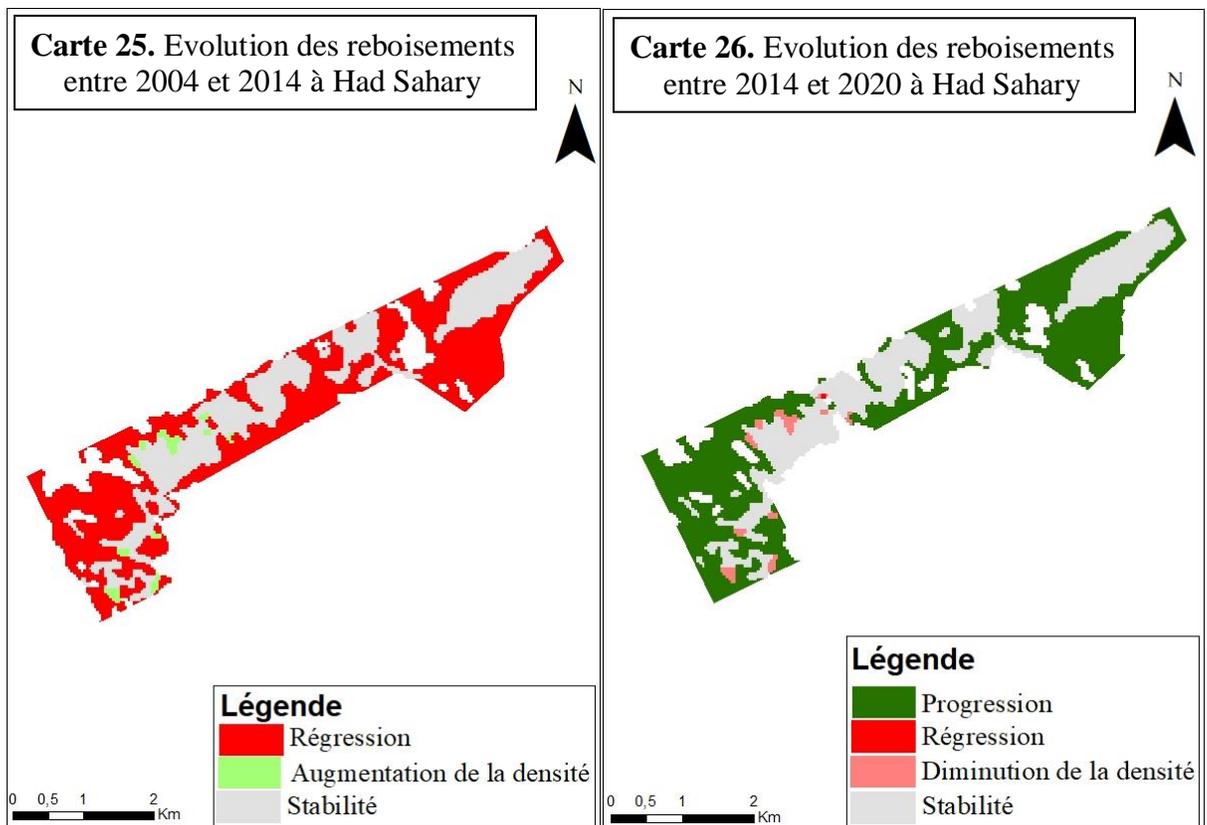
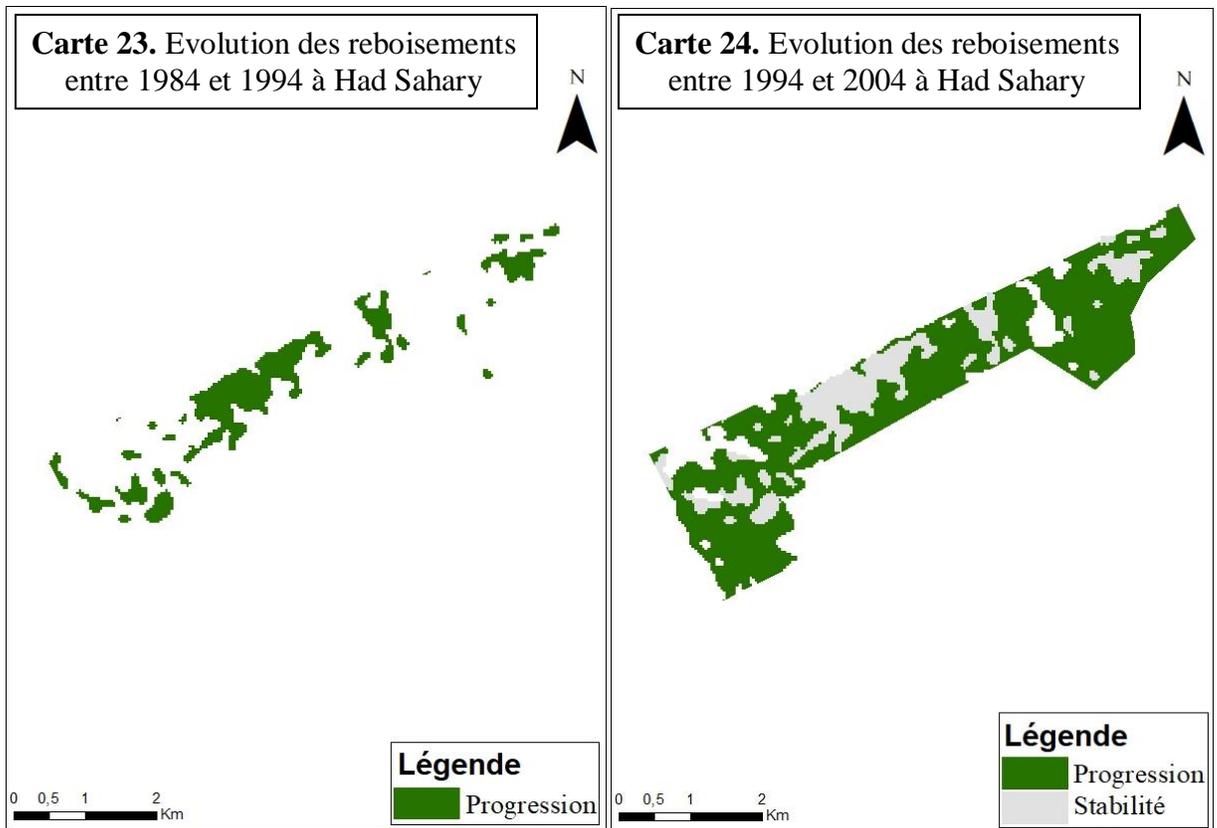
Classes d'évolution	1984-1994		1994-2004		2004-2014		2014-2020		1984-2020	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Progression	751,7	111,4	97	7	0,4	0,03	230,6	19,4	679,7	109,8
Régression	0	0	45,7	3,3	226,9	15,7	0	0	0	0
Augmentation de la densité	458,1	67,9	308,5	22,2	104,9	7,3	1,3	0,1	521,6	84,2
Diminution de la densité	0	0	7,7	0,6	1,1	0,1	46,4	3,9	0	0
Stabilité	216,6	32,1	1025,9	73,9	1108,9	76,9	1139,2	96	97,6	15,8
Bilan	751,7	/	51,3	/	-226,6	/	230,6	/	679,7	/

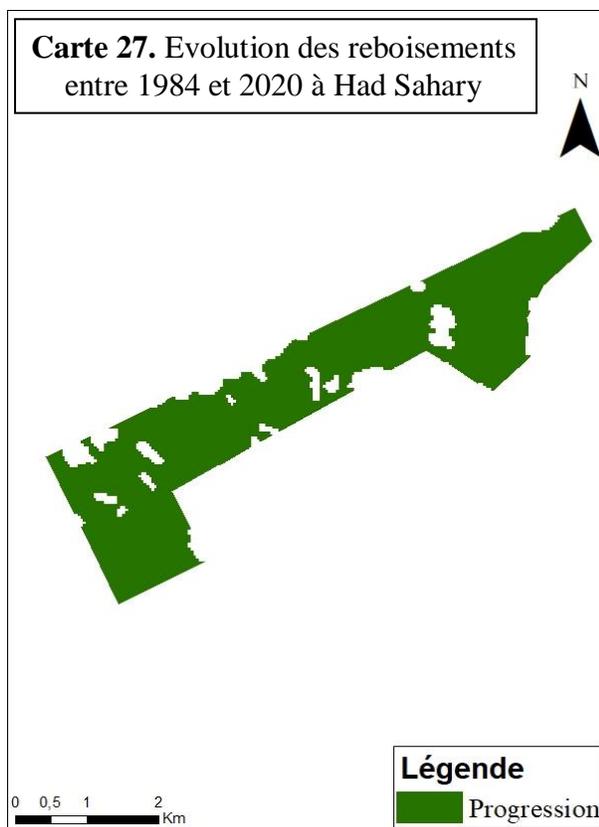
Selon les résultats obtenus on peut analyser l'évolution de ce site comme suit :

- **Période 1984-1994** : comme le site de Moudjebara, celui de Souariz a connu durant cette période sa plus grande progression estimée à 751,7 ha, soit 111,4%. Même constat concernant l'augmentation de la densité avec 458,1 ha (67,9%). Le bilan de cette période reste positif puisqu'aucune régression ni diminution de densité n'a été enregistrée.
- **Période 1994-2004** : cette période a été marquée par une grande stabilité des surfaces reboisées estimée à 1025,9 ha, soit 73,9%. La progression de l'ordre de 97 ha et deux fois plus importante que la régression estimée à 45,7 ha. L'augmentation de la densité concerne 308,5 ha, alors que la diminution ne concerne que 7,65 ha.
- **Période 2004-2014** : le bilan de cette période est négatif avec une régression estimée à 226,9ha, soit une perte de 15,7%. La progression est négligeable avec seulement 0,4 ha. Malgré cette régression, 76,9% de la surface reboisée est restée stable. Pour la densité le bilan est plutôt positif, avec une augmentation pour 104,9 ha et une diminution pour 1,1 ha.
- **Période 2014-2020** : elle compense les pertes de la période précédente, puisque le bilan est positif avec une progression estimée à 230,6 ha, soit 19,4% et une régression nulle. Les reboisements stables sont dominants avec 1139,2 ha (96 %). Concernant l'évolution de la densité des reboisements, la diminution est supérieure à l'augmentation, avec respectivement 46,4 ha et 1,3 ha.
- **Période 1984-2020** : malgré une période de régression entre 2004 et 2014, le bilan global des 37 ans reste positif, puisque la progression totale est estimée à 679,7 ha, soit 109,8%. Durant cette même période, une superficie estimée à 521,6 ha a connu une augmentation de densité.

4-3. Evolution des reboisements du site Had Sahary (1984-2020)

Les cartes 23, 24, 25, 26 et 27 illustrent, spatialement et quantitativement, les changements importants au sein des reboisements du barrage vert de Had Sahary, pour la période (1984-2020).





A partir des cartes d'évolution des reboisements, les superficies des différentes classes d'évolution ont été calculées pour le site de Had Sahary entre 1984 et 2020 (Tableau 6).

Tableau 6. Bilan de l'évolution des reboisements au niveau du site de Had Sahary (1984-2020).

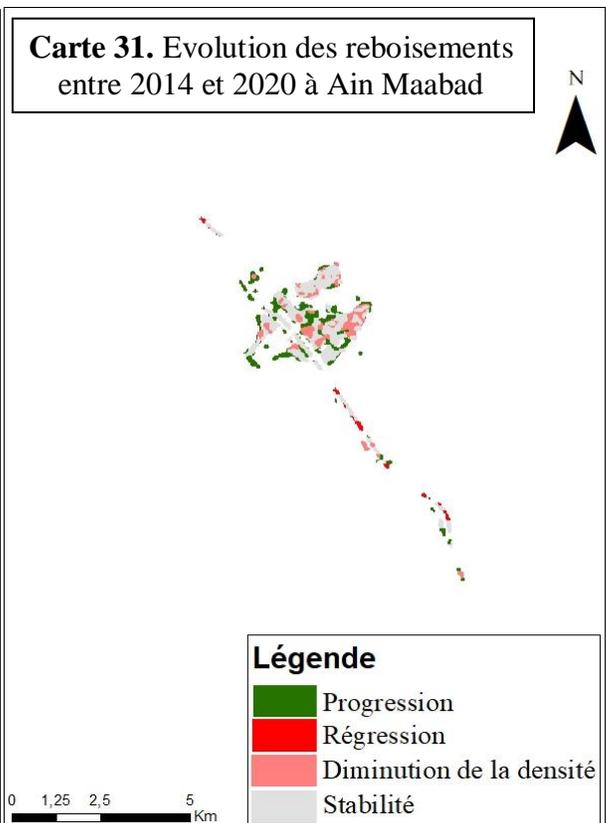
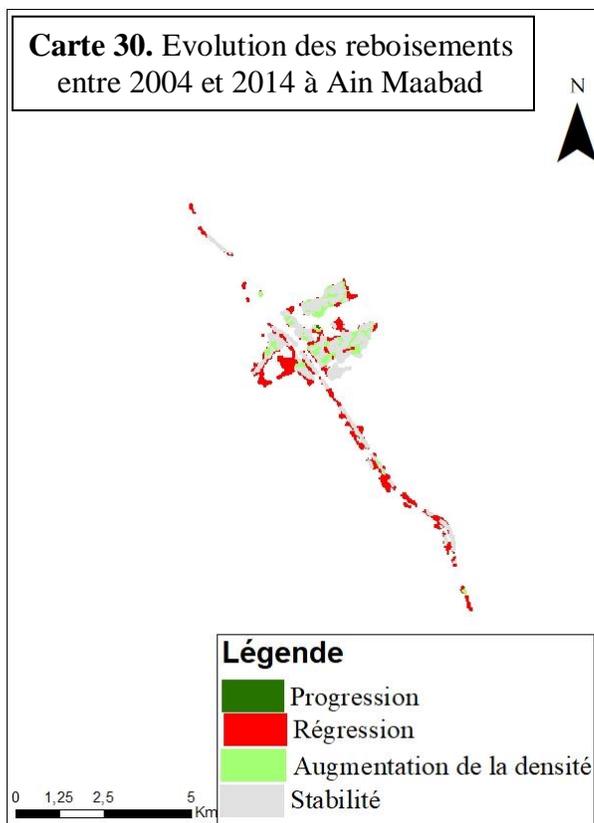
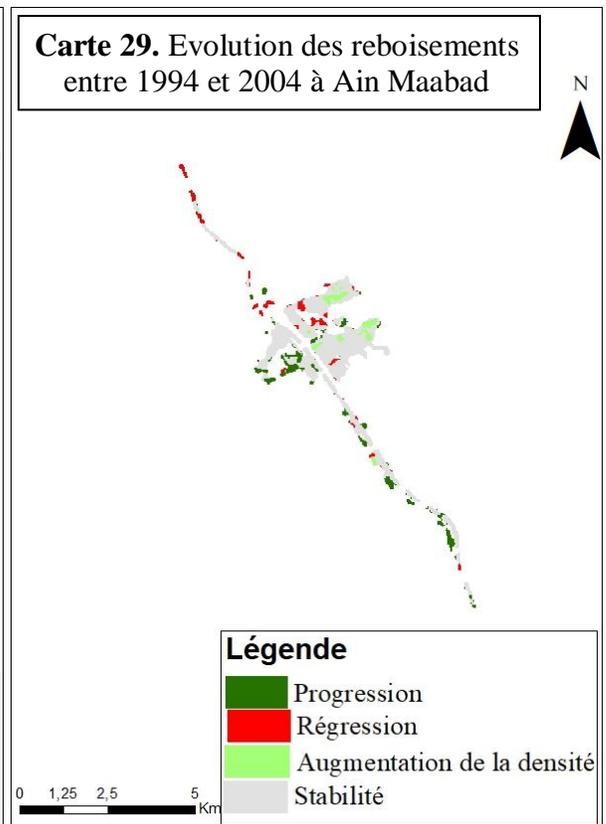
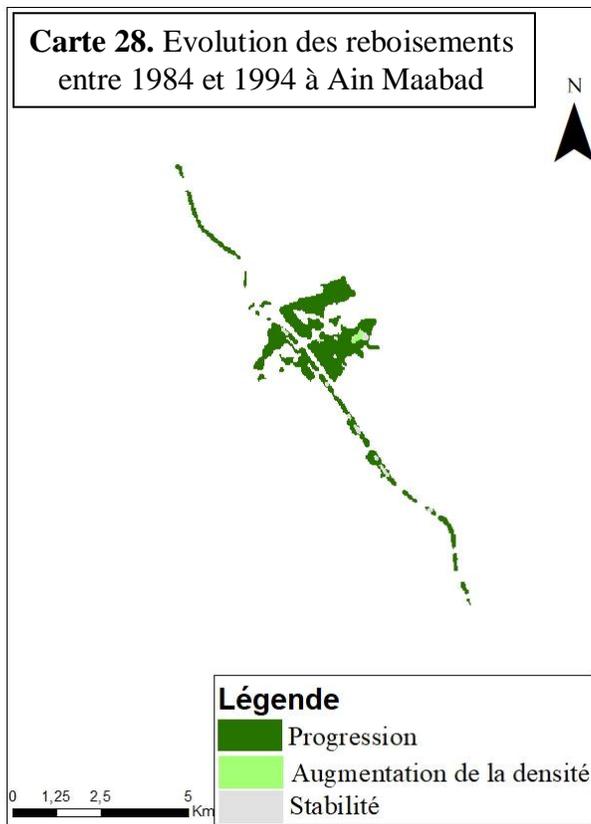
Classes d'évolution	1984-1994		1994-2004		2004-2014		2014-2020		1984-2020	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Progression	145,5	/	487	334,6	0	0	374,1	154,8	639,8	/
Régression	0	0	0	0	386,9	61,3	0,4	0,2	0	0
Augmentation de la densité	0	0	0	0	14	2,2	0	0	0	0
Diminution de la densité	0	0	0	0	0	0	13,5	5,6	0	0
Stabilité	0	0	145,5	100	230,4	36,5	227,9	94,3	0	0
Bilan	145,5	/	487	/	-386,9	/	373,7	/	639,8	/

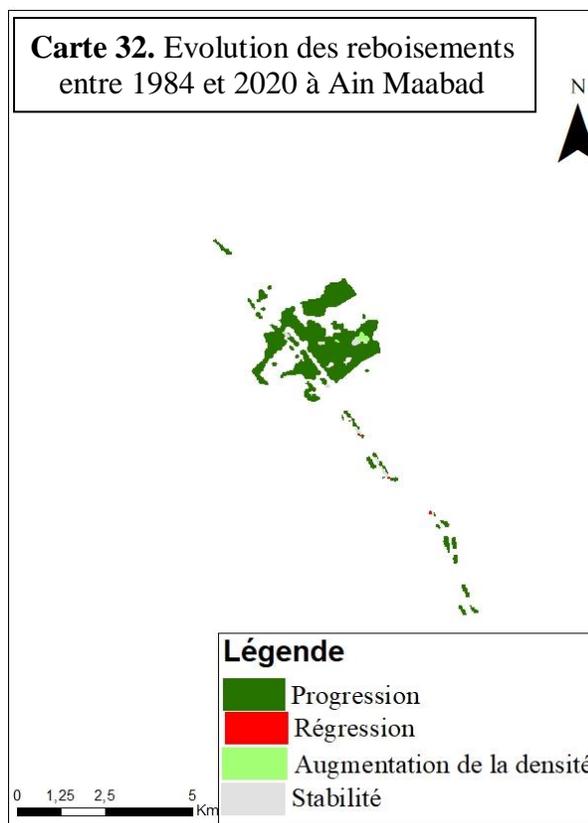
Selon les résultats obtenus on peut analyser l'évolution de ce site comme suit :

- **Période 1984-1994** : le projet du barrage vert au niveau du site Had Sahary n'a vu le jour qu'après 1984. C'est pour cette raison que le bilan de cette période n'enregistre qu'une progression estimée à 145,5 ha.
- **Période 1994-2004** : durant cette période ce site a continué sa progression, avec une augmentation de 334,6% des surfaces reboisées, soit 487 ha.
- **Période 2004-2014** : le site de Had Sahary a connu, durant cette période, une forte régression. Plus de 61% des surfaces reboisées, soit 386,9 ha, ont subies une importante dégradation. Sachant que la progression est nulle le bilan de cette période est donc négatif. En ce qui concerne la densité, une augmentation a été enregistrée sur une surface de 14 ha.
- **Période 2014-2020** : après la régression de 2004-2014, le site a, de nouveau, connu une importante progression de 374,1 ha. Cette surface représente 154,8% des surfaces reboisées en 2014. Avec une régression de seulement 0,4 ha le bilan est largement positif. Durant la même période, une diminution de densité a été enregistrée sur une surface estimée à 13,5 ha.
- **Période 1984-2020** : globalement, le projet de reboisement du barrage vert, au niveau du site Had Sahary, est très positif puisque en 37 ans, sa surface est passée de 0 à 639,8 ha.

4-4. Evolution des reboisements du site Ain Maabad (1984-2020)

Les cartes 28, 29, 30, 31 et 32 illustrent, spatialement et quantitativement, les changements importants au sein des reboisements du barrage vert d'Ain Maabad, pour la période (1984-2020).





A partir des cartes d'évolution des reboisements, les superficies des différentes classes d'évolution ont été calculées pour le site d'Ain Maabad entre 1984 et 2020 (Tableau 7).

Tableau 7. Bilan de l'évolution des reboisements au niveau du site d'Ain Maabad (1984-2020).

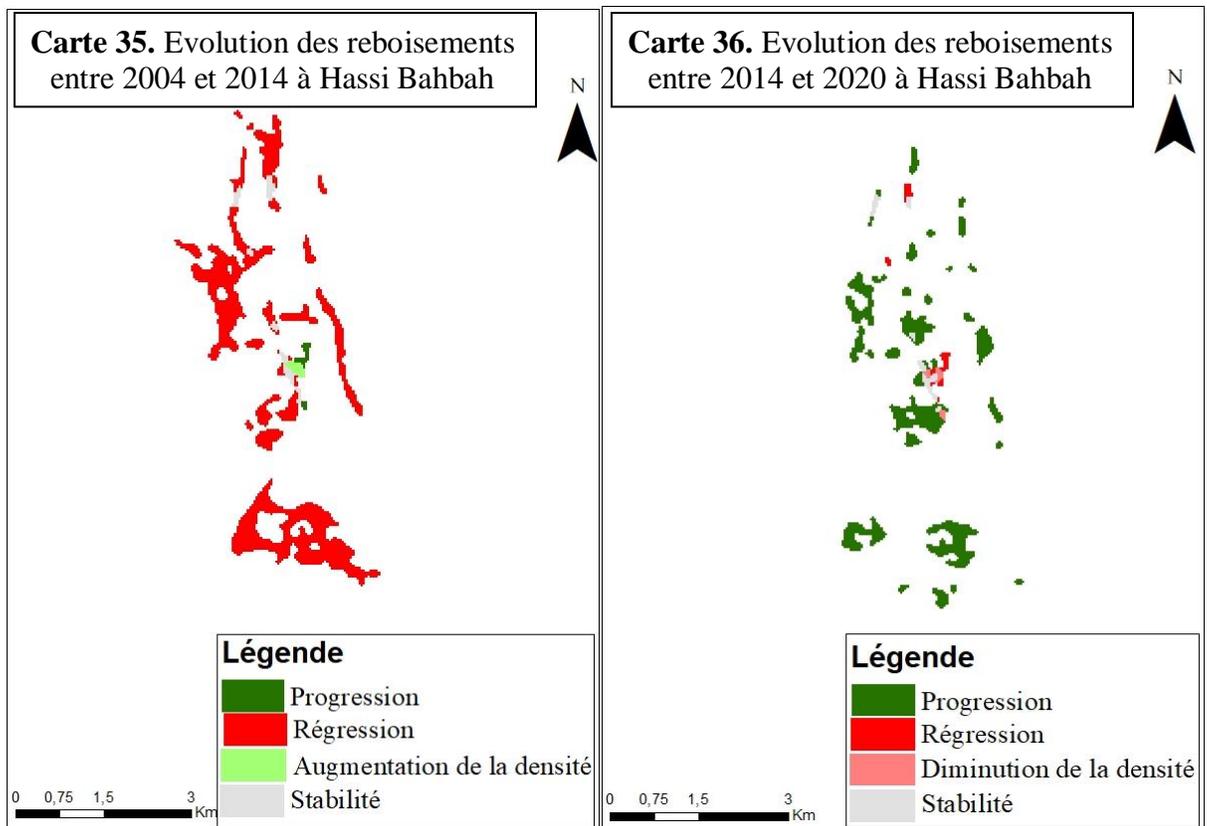
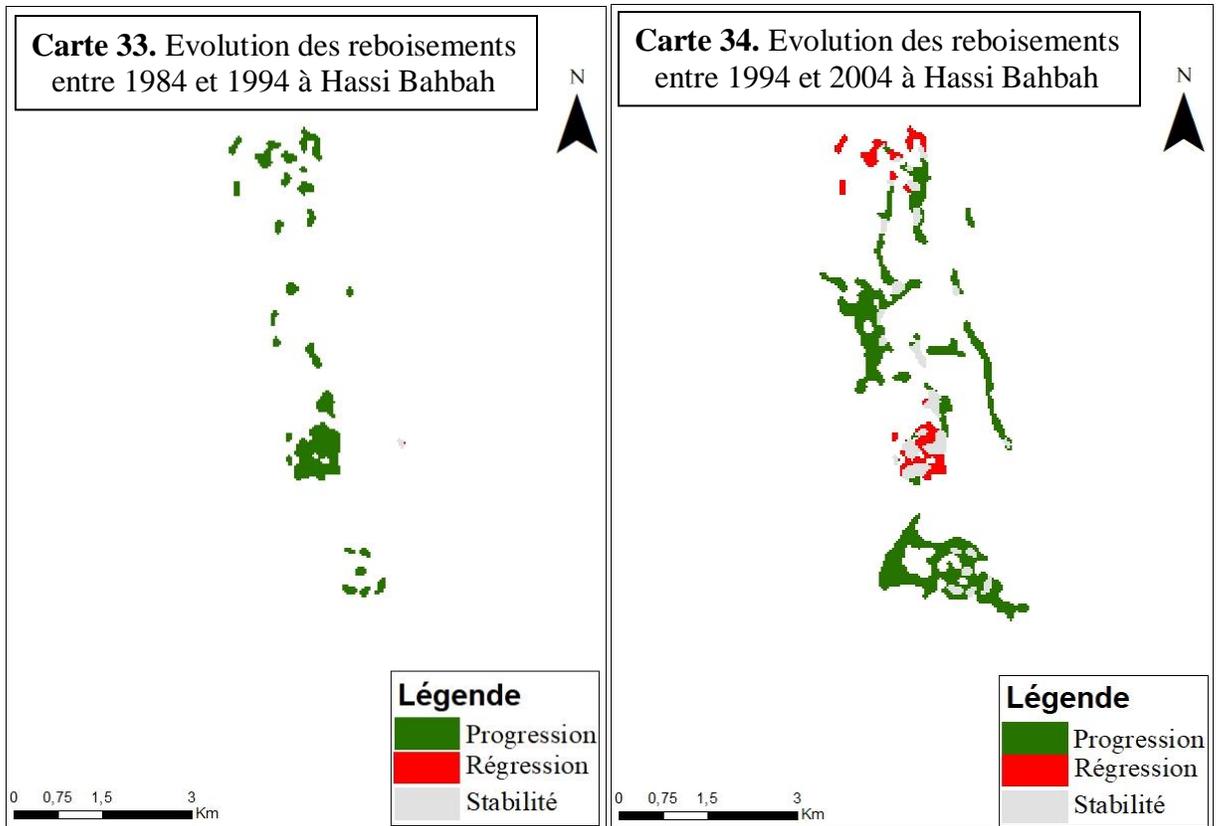
Classes d'évolution	1984-1994		1994-2004		2004-2014		2014-2020		1984-2020	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Progression	358,6	1837	52,5	13,7	1,3	0,3	82,5	32	352,5	1891,8
Régression	0	0	32,8	8,6	122,7	32	10,5	4,1	1,5	8,2
Augmentation de la densité	3,6	18,4	24,6	6,4	53,5	14	0	0	4,3	23,2
Diminution de la densité	0	0	0	0	0	0	60,8	23,6	0	0
Stabilité	15,9	81,6	325,8	85	206,9	54	186,5	72,4	12,8	68,6
Bilan	358,6	/	19,7	/	-121,5	/	72	/	350,9	/

Les reboisements de ce site sont sous forme de bandes routières le long de la route vers Hassi Bahbah et Ain Oussera. Selon les résultats obtenus on peut analyser l'évolution de ce site comme suit :

- **Période 1984-1994** : cette période a connu la plus importante progression avec une superficie de 358,6 ha. Une augmentation de densité sur 3,6 ha a été enregistrée. En l'absence de régression, le bilan est positif avec une progression de la surface reboisée de 1837%.
- **Période 1994-2004** : les surfaces inchangées ont caractérisées cette période (325,8 ha). Avec une progression de l'ordre de 52,5 ha et une régression de 32,8 ha et une augmentation de densité pour 24,6 ha, le bilan est positif enregistrant une augmentation de la surface de 5,2%.
- **Période 2004-2014** : le site d'Ain Maabad a perdu, durant cette période, le tiers de sa surface reboisée, soit 122,7 ha, alors que 54% des surfaces sont restée stable. Vu la faible progression de 1,3 ha, le bilan est négatif. En ce qui concerne la densité, une augmentation a été enregistrée pour 53,5 ha de reboisement.
- **Période 2014-2020** : 72,4% des surfaces reboisées sont resté stable. Le site a enregistré une progression de 82,5 ha, une régression de 10,5 ha et une diminution de densité pour 60,8 ha. Le bilan est positif avec un gain de 72 ha, soit une augmentation de 27,9%.
- **Période 1984-2020** : durant les 37 ans, le site d'Ain Maabad a progressé d'une superficie de 352,5 ha, en même temps, une régression de 1,5 ha a été enregistrée. En termes de densité, une surface estimée à 4,3 ha a vu sa densité augmenté. Le bilan de ce site est positif avec une progression des surfaces reboisées de 1883,6%.

4-5. Evolution des reboisements du site Hassi Bahbah (1984-2020)

Les cartes 33, 34, 35, 36 et 37 illustrent, spatialement et quantitativement, les changements importants au sein des reboisements du barrage vert de Hassi Bahbah, pour la période (1984-2020).





A partir des cartes d'évolution des reboisements, les superficies des différentes classes d'évolution ont été calculées pour le site de Hassi Bahbah entre 1984 et 2020 (Tableau 8).

Tableau 8. Bilan de l'évolution des reboisements au niveau du site de Hassi Bahbah (1984-2020).

Classes d'évolution	1984-1994		1994-2004		2004-2014		2014-2020		1984-2020	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Progression	95,8	9580	211,1	216,4	4,4	1,6	141	681,3	153,9	13153
Régression	0,1	9,1	38,1	39	254,2	93,7	7,2	34,8	0	0
Augmentation de la densité	0	0	0	0	4,1	1,5	0	0	0	0
Diminution de la densité	0	0	0	0	0	0	3,8	18,3	0	0
Stabilité	1	100	59,5	61	12,9	4,7	9,7	47	1,2	100
Bilan	95,7	/	173	/	-249,8	/	133,8	/	153,9	/

Les reboisements de ce site sont sous formes de bandes éparpillées de façon irrégulière à l'intérieur et à l'extérieur de la commune de Hassi Bahbah et le long de la route vers Ain Oussera. Selon les résultats obtenus on peut analyser l'évolution de ce site comme suit :

- **Période 1984-1994** : durant cette décennie, le site de Hassi Bahbah a vu sa surface reboisée passer de 1 à 96,8 ha, soit une progression de 9580%.
- **Période 1994-2004** : la progression durant cette période est deux fois plus importante que la précédente, avec une surface de 211,1 ha. La régression étant de 38,1 ha, le bilan est positif avec un gain de 173 ha.
- **Période 2004-2014** : durant cette période, ce site a perdu plus de 95% de ses surfaces reboisées, soit 254,2 ha. Le bilan de cette période est largement négatif avec -249,8 ha.
- **Période 2014-2020** : durant cette période nous avons enregistré une progression de 141 ha, une régression de 7,2 ha et une diminution de densité pour 3,8 ha. Le bilan est positif avec un gain de 133,8 ha, soit une augmentation des surfaces reboisées de 646,5%.
- **Période 1984-2020** : le site de Hassi Bahbah a connu une progression de 153,9 ha. Le bilan global des 37 ans est positif.

5. Bilan global de l'évolution des reboisements du barrage vert de Djelfa (1984-2020)

La principale constatation qu'on peut faire à partir de l'évolution des reboisements au niveau des 5 sites, est que ces derniers ont connu une régression durant la même période allant de 2004 à 2014. Durant cette période tous les bilans enregistrés ont présenté des valeurs négatives qui varient d'un site à un autre et dont la plus importante est celle de Moudjebara, suivie par Had Sahary puis Hassi Bahbah et enfin Souariz et Ain Maabad. En effet, le bilan des surfaces forestières incendiées de la wilaya de Djelfa (figure 5), a montré que la surface des forêts incendiées durant cette période, et plus exactement durant 2009 et 2010, est la plus élevée

(654,82 ha et 449,05 ha respectivement), ce qui explique probablement cette régression durant cette période d'autant plus que les incendies sont le principal facteur de dégradation des reboisements.

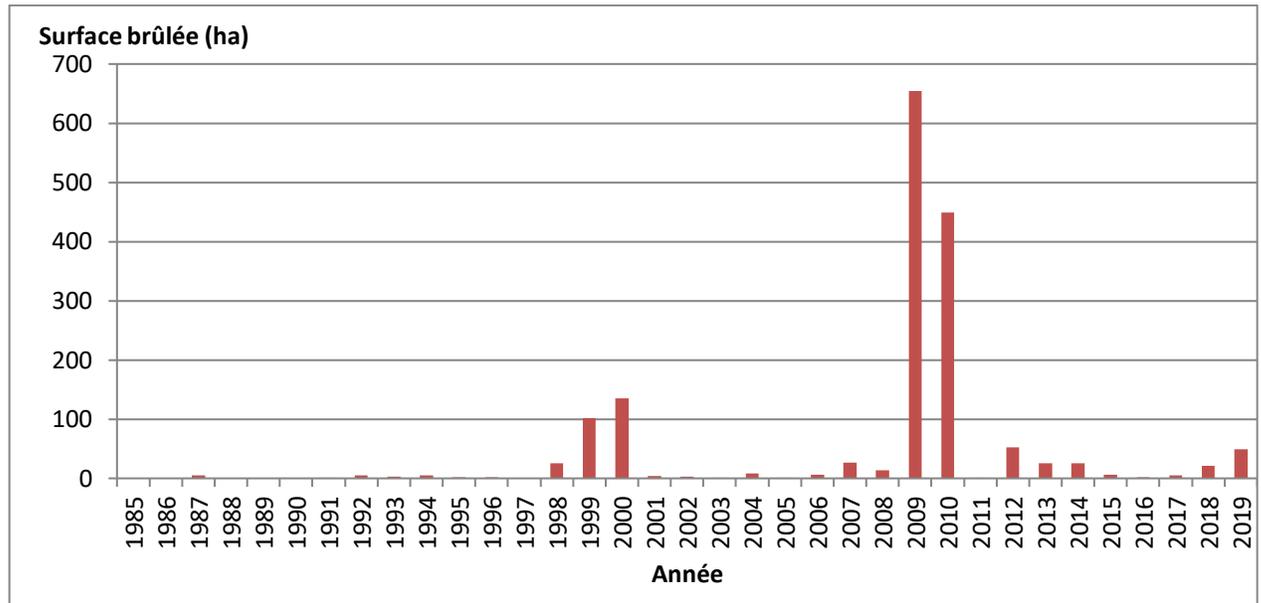


Figure 5. Bilan des surfaces forestières incendiées de 1985 à 2019 dans la wilaya de Djelfa

(Source DGF).

Cependant, les incendies ne sont pas l'unique facteur de régression des reboisements dans la wilaya de Djelfa. L'élevage ovin constitue l'activité économique principale de la population locale, par conséquent le surpâturage est un autre facteur de dégradation ; les coupes illicites des arbres pour l'extraction du bois de chauffage constitue aussi un autre facteur non négligeable.

Les attaques parasitaires, notamment celle du scolyte (Coléoptère) et la chenille processionnaire (Lépidoptère), sont aussi parmi les facteurs de dégradation des plantations du pin d'Alep, surtout que ce dernier constitue l'essence essentielle de la majorité des reboisements. L'action anthropique reste toutefois la principale cause de dégradation des reboisements du barrage vert dans la wilaya de Djelfa.

La progression qui a caractérisée les autres périodes (1984-1994, 1994-2004 et 2014-2020) de tous les sites est probablement due soit à des plantations massives ou une réduction des surfaces incendiées comme le montre le bilan des incendies dans la wilaya de Djelfa.

Conclusion

Conclusion

Le barrage vert à Djelfa a un intérêt écologique et économique certain à travers la lutte contre la désertification et l'amélioration des conditions de vie de la population locale.

Le suivi diachronique des reboisements des 5 sites du barrage vert entre 1984 et 2020 a révélé ce qui suit :

- ✓ le site de Moudjebara a progressé de 4479,7 ha soit un taux de croissance de 1042,4 % ;
- ✓ le site de Souariz a connu une progression de 679,7 ha soit un taux de croissance de 109,8% ;
- ✓ le site de Had Sahary a progressé de 639,8 ha, soit un taux de croissance de 639,8% ;
- ✓ le site d'Ain Maabad a progressé de 350,9 ha soit un taux de croissance de 1883,6% ;
- ✓ le site de Hassi Bahbah a progressé de 153,9 ha soit un taux de croissance de 13153% ce qui représente le taux le plus élevé parmi tous les sites.

S'il n'y'avait pas de régression durant la période 2004-2014, les surfaces des sites d'étude seraient beaucoup plus importantes que celles d'aujourd'hui.

Ce travail a mis l'accent sur les facteurs de régression des reboisements du barrage vert où l'action anthropique, comme les incendies, l'arrachage massif des arbres et le surpâturage, constitue la principale menace.

L'utilisation de la télédétection satellitaire à travers la classification supervisée de l'indice de végétation par différence normalisé (NDVI) généré pour les différentes dates et la détection de changement, combiné au système d'information géographique (SIG) pour la réalisation des cartes et le calcul des surfaces des différentes classes d'évolution, permet de mettre à la disposition des gestionnaires du barrage vert algérien des informations synoptiques sur l'état et le suivi de ce grand projet, afin de mieux le protéger et l'améliorer.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

- **Abdelbaki A., 2012.** Utilisation des SIG et télédétection dans l'étude de la dynamique du couvert végétal dans le sous bassin versant de oued Bouguedfine (Wilaya de Chlef). Thèse de magister, université Hassiba Ben Bouali, Chlef, 82p.
- **Bachir K., 2019.** Biocénose de *Pinus halepensis*, *Cupressus dupreziana* de la région de Djelfa et test d'un biocide pour lutter contre *Thaumetopoea pityocampa* Den. & Schiff. (Lepidoptera, Notodontidae). Thèse de doctorat, université Ziane Achour de Djelfa, 125p.
- **Bouaichi S., 2017.** Bilan et analyse des reboisements de barrage vert dans la wilaya d'El Bayadh forêt du Draa Lahmar. Mémoire de master, Université Abou Bekr Belkaid ,Tlemcen, 53p.
- **Boukaba R., 2015.** Evaluation des changements des zones humides du Sud Constantinois par télédétection, avec application particulière au lac barrage de Koudiet Medaouar (Timgad, Batna). Thèse de magister, université Larbi ben M'hidi, Oum El Bouaghi, 101p.
- **Derdjini H., 2017.** Cartographie des changements de l'occupation du sol dans la plaine de la Mitidja à partir des images landsat. Mémoire de master, école nationale supérieure d'hydraulique -Arbaoui Abdellah, 78p.
- **Derouèche H., 2015.** Télédétection et analyse des dépérissements des forêts naturelles en zone semi-aride (Djelfa), thèse de doctorat, Ecole Nationale Supérieure Agronomique El-Harrach-Alger, 183p.

- **Djaballah F., 2008.** Effet de deux méthodes d'aménagement « mise en défens et plantation » sur les caractéristiques floristiques et nutritives des parcours steppiques de la région de Djelfa. Thèse de magister, université Kasdi merbah, Ouargla, 83p.
- **Elhalim M., 2015.** Apport de la télédétection pour l'évaluation de la variation des surfaces d'eau et du couvert végétal dans la plaine du Haouz depuis 1984 jusqu'à 2014 marrakech. Mémoire de master, université Cadi Ayyad de Marrakech, 114p.
- **Gasmi B. S., 2017.** Approche socio-économique des pratiques agroforestières pour le développement de l'agriculture de la forêt de Senalba Chergui W. de Djelfa. Thèse de magister, université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, 105p.
- **Laoud Z et Bouzid I., 2016.** Etude d'un tronçon du dédoublement de la RN1 entre Djelfa et Laghouat sur 20 km. Mémoire de master, université Ziane Achour de Djelfa, 72p.
- **Mohammed Keriat N et Rehim A., 2017.** Contribution de la variabilité climatique dans le contexte de la désertification, cas de la région de Djelfa. Mémoire de master, université Djilali Bounaama de Khemis Miliana, 63p.
- **Ouamara A., 2013.** Etude et mise en œuvre des systèmes d'information géographique. Mémoire de master, Université Abderrahmane Mira de Bejaia 58p.
- **Pouget M., 1980.** Les relations sol-végétation dans les steppes sud Algéroises. Travaux Et document de L'O.R.S.T.O.M. 16/555 p.
- **Tir E., 2016.** Analyse spatiale et cartographie de la régénération forestière post-incendie dans la wilaya de Tissemsilt. Thèse de magister, université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, 62p.

Résumés

Résumé

Au début des années 70, l'Algérie a lancé un grand projet de barrage vert pour la lutte contre la désertification des zones steppiques qui réduit de plus en plus les parcours et menace les terres arables. Au niveau de la wilaya de Djelfa, le barrage vert constitue un grand intérêt écologique et socioéconomique au vu de sa densité et de sa surface. Comme les massifs forestiers naturels de la région de Djelfa, ces reboisements sont aussi menacés par plusieurs facteurs, dont les origines anthropiques sont les plus importants (incendies, coupe abusive et surpâturage). L'étude de l'évolution spatiotemporelle de ces reboisements est basée sur l'utilisation d'une série d'images satellitaires à différentes dates, entre 1984 et 2020, pour suivre l'évolution des reboisements dans le temps et détecter les changements du point de vue surface et densité. Cette étude a permis de donner une description analytique de l'évolution des reboisements du barrage vert au niveau des 5 sites de la wilaya de Djelfa entre 1984 et 2020. Les sites étudiés sont : Moudjebara, Souariz, Had Sahary, Ain Maabad et Hassi Bahbah.

Mots clés : Barrage vert, télédétection, reboisements, évolution, Djelfa.

ملخص

في أوائل السبعينيات ، أطلقت الجزائر مشروع السد الأخضر الكبير لمكافحة التصحر في مناطق السهوب الذي أدى إلى تقليص المراعي بشكل متزايد وتهديد الأراضي الصالحة للزراعة. على مستوى ولاية الجلفة ، يحظى السد الأخضر باهتمام إيكولوجي واجتماعي واقتصادي كبير بالنظر إلى مساحته و كثافته. على غرار الغابات الطبيعية في منطقة الجلفة، فإن السد الأخضر مهدد أيضًا بعدة عوامل، من أهمها الحرائق والقطع والرعي المفرط. تستند دراسة التطور الزمني المكاني لإعادة التشجير للسد الأخضر إلى استخدام سلسلة من صور الأقمار الصناعية في تواريخ مختلفة، بين 1984 و 2020، لمتابعة تطور عملية التشجير بمرور الوقت واكتشاف التغيرات في المساحة و الكثافة. أتاحت هذه الدراسة إعطاء وصف تحليلي لتطور إعادة تشجير السد الأخضر على مستوى 5 مواقع بولاية الجلفة بين عامي 1984 و 2020. المواقع التي تمت دراستها هي: مجبارة ، سواريز ، حد صحاري ، عين معبد ، وحاسي ببح.

الكلمات المفتاحية : السد أخضر، استئثار عن بعد، التشجير، تطور، الجلفة.

Abstract

In the early 1970s, Algeria launched a large green dam project to combat desertification in steppe areas, which increasingly reduces rangelands and threatens arable land. In the province of Djelfa, the green dam is of great ecological and socioeconomic interest in view of its density and its surface. Like the natural forest areas of the Djelfa region, this reforestation is also threatened by several factors, of which the anthropogenic origins are the most important (fires, excessive cutting and overgrazing). The study of the spatiotemporal evolution of these reforestations is based on the use of a series of satellite images at different dates, between 1984 and 2020, to follow the evolution of reforestation over time and detect changes in surface and density. This study made it possible to give an analytical description of the evolution of reforestation of the green dam in 5 sites of the province of Djelfa between 1984 and 2020. The sites studied are: Moudjebara, Souariz, Had Sahary, Ain Maabad and Hassi Bahbah.

Key words: Green dam, remote sensing, reforestation, evolution, Djelfa.

Thème : Suivi par télédétection de la dynamique des reboisements du barrage vert algérien dans la wilaya de Djelfa.

Résumé

Au début des années 70, l'Algérie a lancé un grand projet de barrage vert pour la lutte contre la désertification des zones steppiques qui réduit de plus en plus les parcours et menace les terres arables. Au niveau de la wilaya de Djelfa, le barrage vert constitue un grand intérêt écologique et socioéconomique au vu de sa densité et de sa surface. Comme les massifs forestiers naturels de la région de Djelfa, ces reboisements sont aussi menacés par plusieurs facteurs, dont les origines anthropiques sont les plus importants (incendies, coupe abusive et surpâturage). L'étude de l'évolution spatiotemporelle de ces reboisements est basée sur l'utilisation d'une série d'images satellitaires à différentes dates, entre 1984 et 2020, pour suivre l'évolution des reboisements dans le temps et détecter les changements du point de vue surface et densité. Cette étude a permis de donner une description analytique de l'évolution des reboisements du barrage vert au niveau des 5 sites de la wilaya de Djelfa entre 1984 et 2020. Les sites étudiés sont : Moudjebara, Souariz, Had Sahary, Ain Maabad et Hassi Bahbah.

Mots clés : Barrage vert, télédétection, reboisements, évolution, Djelfa.

Laboratoire de recherche : Laboratoire de Développement et Valorisation des Ressources Phytogénétiques.

Jury d'évaluation

Président du jury :	BENDERRADJI Mohamed El Habib	Prof - UFM Constantine 1.
Rapporteur :	ARFA Azzedine Mohamed Touffik	MCB - UFM Constantine 1.
Examineur :	ALATOU Djamel	Prof - UFM Constantine 1.
Examineur :	GANNA Mohamed	MAB - UFM Constantine 1.

*Année universitaire
2019-2020*