REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

ERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DE

L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DR : YAHYA FARESS DE MEDEA

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE

MEMOIRE

Présenté pour obtenir le Diplôme de **MASTER**

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : ECOLOGIE

Par :

DJEMAL BAREK Dalila

Thème

Contribution à l'étude chronologique de la cédraie de Theniet El Had par le système d'information géographique « Canton pépinière »

Soutenue le : 23/07/2021, Devant le jury composé de :

CHAMI Bouazza	Grade : MAA	U. medea	Président
GHENNAM Kamel	Grade : MCB	U. medea	Examinateur
TALEB Mohamedamine	Grade : MCB	U. Tissemsilt	Encadreur
LICIR Mourad	Grade : MAA	U. medea	Co-Encadreur

Année universitaire: 2020/2021

Remerciement

Il est primordial de remercier « ALLAH » le Tout-Puissant de tout ce Qu'il nous apporte dans la vie et de nous avoir donné la force et le courage pour réaliser ce modeste travail.

Je tiens tout d'abord à exprimer ma profonde gratitude et mes Sincères remerciements à mon encadreur, Monsieur ***TALEB mohamed amine****, pour son Savoir-faire, ses conseils, sa compétence, sa patience, son enthousiasme et l'attention particulière avec lequel il a suivie et diriger ce travail.*

Je tiens à remercier énormément Monsieur ***LICIR mourad*** *pour avoir accepté de superviser de près ce mémoire. Etant un Co-promoteur*

Mes respects et ma reconnaissance vont au Monsieur ***CHAMI bouazza****, pour Avoir accepté de présider ce jury ainsi que sa disponibilité, qu'il trouve ici le témoignage de ma profonde gratitude.*

Je tiens à remercier Monsieur ***GHENNAM kamel****, d'avoir accepté d'examiner ce Mémoire, mais également pour sa précieuse aide ainsi que sa disponibilité à mon égard.*

Je tiens à remercier tout particulièrement Monsieur ***RABIA youcef*** *pour sa grande aide dans ce mémorandum.*

Merci beaucoup.

Dédicace

A l'aide de dieu tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie, j'ai pu réaliser ce travail que je dédie :

A la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas et le bonheur de ma vie ma mère qui

Ma apporté son appui durant toutes mes années d'étude, pour tous les sacrifices qu'elle me contente, toute la confiance qu'elle m'accorde tout l'amour dont elle m'entoure

A mon honorable père, qui ma appris le sens de la persévérance tout au long de mes études, qui représente pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple

du dévouement qui n'a pas cesser de m'encourager

A mes chers frères houcine , mohamed ,djemal dine ,et abd elhak.

A mes très chères sœurs souad ,zahra ,et amel.

Surtout mon petit neveu mohamed nour islam

À mes proches amies

A tous mes camarades du Master ecologie

A tous ceux qui me sont chers.

Dalila



Résumé

L'objectif de ce travail est l'étude chronologique de l'état actuel de la cédraie de theniet el had à travers l'étude de l'évolution du cèdre de l'Atlas en espace entre 2001 et 2021 par le biais du système d'information géographique. Le parc national de theniet el had appartenant à l'étage bioclimatique sub-humide à hiver froid, présente une évolution régressive en superficie, indice dégradation de la forêt. La surface du cèdre de l'atlas a diminué de 3000 ha le long de ces 20 dernières années malgré les efforts de reboisement su service forestier. La surface du chêne vert et des autres espèces a augmenté d'une manière considérable où elle a passé d'environ 23000 ha en 2001 à 33000ha en 2021. Le NDVI montre que la densité à l'intérieur des peuplements du cèdre est très importante quel que soit l'état de son évolution. Situation illustrant l'état chaotique des arbres sans relation directe avec la densité.

Mots clés : Etude chronologique, parc national de Theniet el had, cèdre de l'Atlas, système d'information géographique, NDVI.

Abstract

The aim of this work is the temporal study of the current state of cedars by studying the evolution of the Atlas cedars in space between 2001 and 2021 through a geographic information system. The National Park in Theniet el hadd belongs to the semi-humid bioclimatic phase with cold winters, representing a descending development in the region, and an indicator of forest degradation. The Atlas cedar area has decreased by 3,000 hectares over the past 20 years despite forest service reforestation efforts. The area of holm oak and other species has increased dramatically from about 23,000 hectares in 2001 to 33,000 hectares in 2021. NDVI shows that density within cedar stands is very important regardless of whether their development status is whatever. A case showing the disordered state of trees with no direct relationship to density.

Keywords: chronological study, Theniet Al Hadd National Park, Atlas cedars, geographic information system, NDVI.

ملخص:

الهدف من هذا العمل هو الدراسة الزمنية للحالة الحالية للأرزمن خلال دراسة تطور أرز الأطلس في الفضاء بين عامي 2001 و 2021 من خلال نظام المعلومات الجغرافية. الحظيرة الوطنية ثنية إلحد كان ينتمي إلى المرحلة المناخية الحيوية شبه الرطبة مع الشتاء البارد ، وهو يمثل تطوراً تنازلياً في المنطقة ، ومؤشراً لتدهور الغابة. انخفضت مساحة أرز الأطلس بمقدار 3000 هكتار على مدار العشرين عامًا الماضية على الرغم من جهود إعادة تشجير خدمة الغابات. زادت مساحة هولم البلوط والأنواع الأخرى بشكل كبير من حوالي 23000 هكتار في عام 2001 إلى 33000 هكتار في عام 2021. يوضح NDVI أن الكثافة داخل حوامل الأرز مهمة للغاية بغض النظر عما إذا كانت حالة تطورها أيا كانت. حالة توضح حالة الفوضى للأشجار مع عدم وجود علاقة مباشرة بالكثافة.

الكلمات المفتاحية: دراسة كرونولوجية ، الحظيرة الوطنية ثنية الحد ، أرز أطلس ، نظام المعلومات الجغرافية ، .NDVI

Sommaire :

Remerciement

Dédicace

Résumé

Abstract

Sommaire

Liste d abréviation :

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 1

Chapitre I : Généralités

1. Généralité sur le cèdre : 5

1.3. Caractère botanique : 6

1.4. Écologie du cèdre : 6

1.5. La répartition du cèdre : 7

1.6. Importance économique du cèdre : 8

2. Dépérissement forestière : 8

2.1. Définition: 9

2.2. Facteurs de dépérissement : 9

2.2.1. Facteurs prédisposant : 9

2.2.2. Facteurs déclenchants : 9

2.2.3. Facteurs aggravants : 9

Chapitre II : Système d'information géographique

1. Historique : 12

2. Définition du SIG: 12

3. Fonctionnalités du SIG: 12

4. Les données du SIG: 12

4.1. Données raster : 12

4.2. Données vectorielles : 13

4.3. Les points : 13

4.4. Les lignes: 13

4.5. Les polygones :.....13
5. Domaine d'application du SIG :.....13
6. Intérêt de SIG dans la foresterie :.....14
7. La télédétection: 14
7.1. Modèle Numérique de Terrain :.....14

Chapitre III : Présentation de la zone d'étude

1. Historique :.....16
2. Situation géographique : 16
3. Délimitation et superficie de la zone d'étude :.....18
3.1. Faune:.....19
3.2. La flore :.....19
3.3. Géologie :.....20
3.3.1. Le sol :.....20
3.3.2. Source d'eau :.....20
3.4. Donnés climatique: 21
3.4.1. Précipitation: 21
3.4.2. Température : 22
3.4.3. Synthèse climatiques :.....23
3.4.3.1. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) :.....23
3.4.3.2. Quotient pluviothermique d'EMBERGER (1938) :.....23
3.5. Vent :.....24
3.6. Neige :.....24
3.7. L'orage :.....24
3.8. Grêles :.....24
3.9. Gelée :.....25
3.10. Humidité :.....25

Chapitre IV : Matériels et méthodes

1. Matériel utilisées :.....28
2. Les données récoltées :.....28
2.1. Les images satellitaires :.....28
2.2. Placettes installées :.....28
3. Traitement des données :.....29
3.1. Logiciels utilisés :.....29
3.1.1. ENVI 29

3.1.2. ArcGIS : 30
4. Méthodes : 30
4.1. Choix des images satellitaires : 30
5. Traitement des données : 31
5.1. Prétraitement des images Landsat : 31
5.2. Création de masque : 31
5.3. Détection des changements : 32
5.4. Classification : 33
5.4.1. Classification non supervisée : 33
3.5.2. NDVI : 33

Chapitre V : Résultats et discussion

1. Etude chronologique de l'occupation de l'espace : 36
2. Evolution de l'occupation du sol entre 2001-2021 41
2. Les cartes d'occupation NDVI 43
Conclusion : 47
Références Bibliographique : 49
Annexes 54

Liste d abréviation :

SIG : système d'information géographique.

MNT : modèle Numérique de terrain en anglais (DTM).

PNTH : parc nationale de theniet el had.

CA : Cédre.

P : précipitation.

M : la température maximale.

m la température minimale.

GPS : Globale Position Système.

SHP : shapefile

NDVI : Normalized Difference Vegetation Index

Liste des figures :

Figure 1 : Répartition du cèdre de l'Atlas en Afrique du nord (Abdelhamid 1999) 7
Figure 2 : Localisation du Parc national de Theniet el Had (Mairif, 2013). 17
Figure 3 : Carte des cantons du parc national de Théniet El-Had (PNTH, 2015) 17
Figure 4: Délimitation canton pépinière (PNTH.2000). 18
Figure 5: Carte du canton pépinière 19
Figure 6: Carte du réseau hydrographique du Parc National de Theniet El Had (Mairif, 2013). 21
Figure 7: Précipitations mensuelles de la zone d'étude 22
Figure 8: Température mensuelles de la zone d'étude 22
Figure 9: Diagramme Ombrothermique de la zone d'étude 23
Figure 10: Climagramme d'Emberger de la zone d'étude 24
Figure 11: Placettes installées (contan pépinière) 29
Figure 12 : Logiciel ENVI 5.2 30
Figure 13: Arcgis 10.2.2 30
Figure 14: Le masque utilise 32
Figure 15 : Le masque applique sur l'image 32
Figure 16: Protocole expérimental 34
Figure 17 : Etat du canton pepiniere en 2021 36
Figure 18: Etat de l'occupation du sol en 2021 36
Figure 19 : Etat du canton pepiniere en 2016 37
Figure 20: Etat de l'occupation du sol en 2016 37
Figure 21 : Etat du canton pepiniere en 2011 38
Figure 22 : Etat de l'occupation du sol en 2011 38
Figure 23 : Etat du canton pepiniere en 2006 39
Figure 24: Etat de l'occupation du sol en 2006 39
Figure 25 : Etat du canton pepiniere en 2001 40
Figure 26: Etat de l'occupation du sol en 2006 40
Figure 27: Evolution de la superficie du Cèdre de l'Atlas entre 2001-2021 41
Figure 28: Evolution de la superficie du sol nu et des autres espèces entre 2001-2021 42
Figure 29 : NDVI 2001 43
Figure 30: NDVI 2006 43
Figure 31: NDVI 2011 44
Figure 32: NDVI 2016 44
Figure 33: NDVI 2021 45

Liste des tableaux :

Tableau 1: Précipitations mensuelles de la zone d'étude 21
Tableau 2: Données thermiques de la zone d'étude 22
Tableau 3 : Caractéristiques des scènes Landsat utilisées 31
Tableau 4 : la superficie d'occupation de sol dans le période 2001-2021 42

Introduction

Introduction :

En Algérie, les peuplements du cèdre de l'Atlas occupent une surface D'environ 30 000 ha, forment de belles futaies.

Plusieurs cédraies de vaste étendue ont été classées en qualité de parcs nationaux, avec un statut de gestion scientifique (HADDAR, 2007). Quoique géré en parc national, le cèdre reste soumis à plusieurs contraintes à savoir « le pâturage, les coupes illicites et la pollution » ainsi que le phénomène de dépérissement qui constitue un fléau majeur menaçant la pérennité des cédraies.

La cédraie de Theniet El Had, longtemps admirée par sa beauté naturelle (Boudy, 1950) est le premier parc national créé en Algérie pendant la période coloniale, soit en 1923 et reproclamé encore parc national après l'indépendance en 1983. Il a connu le phénomène de dépérissement en 1984 où le service forestier signala 3000 arbres de cèdre dépéris. Cette situation a mené les scientifiques à rechercher d'éventuelles causalités de ce fléau complexe où plusieurs hypothèses ont été révélées « changements climatiques, attaques parasitaires, pollution, etc. » sans qu'aucune d'elles ne soit confirmée. .

Conscient de cette situation douloureuse qui affecte un patrimoine naturel intéressant à plus d'un titre, une prise en charge scientifique est nécessaire à renaître cette splendeur naturelle tant ambitionnée pour l'essence par des équipes pluridisciplinaires dans un travail intégré.

Dans l'objectif de déterminer l'état actuel de la cédraie dans cet espace naturel, nous avons opté a établir d'une manière chronologique, sur une durée de 20 ans (2001-2021), des cartes thématiques fournissont l'information nécessaire et la réponse convenante à l'évolution de la cédraie à l'aide du système d'information geographique .

Pour une étude fiable et fluide nous avons adopté à la démarche suivante :

Une partie bibliographique identificatrice du cèdre de l'Atlas et du système d'information géographique.

Cette partie, contenant deux chapitres, se succède par une deuxième partie expérimentale contenant trois chapitres ; respectivement sont :

La présentation de la zone d'étude dans le troisième chapitre réunit la localisation de la zone d'étude, son étage bioclimatique, les facteurs écologiques, édaphique ainsi que les facteurs climatiques caractérisant la zone d'étude.

Le quatrième chapitre se focalise à la présentation des différents matériels et logiciels utilisés lors de la réalisation de ce travail.

Le cinquième et le dernier chapitre englobe les résultats obtenus durant le traitement des données brutes ainsi qu'une interprétation exhaustive de ces résultats.

Partie Bibliographique

Chapitre I

Généralités

Chapitre I : Généralités

1. Généralité sur le cèdre :

1.1. Historique :

Le genre *Cedrus*, appartenant à la famille des pinacées, est considéré comme étant le plus ancien après le genre Pinus (GAUSSEN, 1967). Sur le plan paléontologique, l'aire du Cèdre était, jadis, beaucoup plus vaste et le genre *Cedrus* existait au tertiaire et occupait des régions oïl où il a complètement disparu (DERRIDJ, 1990).

Des fossiles de Cèdre furent découverts dans les formations du Pléistocène en Europe et dans le massif du Hoggar au Sahara, mais il n'est pas certain que le Cèdre n'ait jamais eu une aire continue (GAUSSEN, 1967).

1.2. Systématique :

EMBERGER (1960) attribue au genre *Cedrus* la systématique suivante :

- Embranchement: Spermaphytes.
- Sous-embranchement: Gymnospermes.
- Ordre: Coniférales.
- Famille: Pinacées.
- Sous-famille: Abiétées.

Actuellement le genre Cedrus est représenté par quatre espèces montagnardes de la région méditerranéo-himalayenne. Une seule espèce, *Cedrus deodora*, le cèdre de l'Himalaya comme son nom l'indique est une espèce himalayenne. Les trois autres sont : *Cedrus atlantica* (cèdre de l'Atlas), *Cedrus Libani* (cèdre du Liban) et *Cedrus brevifolia* (cèdre de Chypre).

En ce qui concerne le Cèdre de l'Atlas, sa position taxonomique est de la sorte (EMBERGER, 1960) :

- Ordre: … Coniférales
- Famille…Pinacées
- Genre: …Cedrus
- Espèce: …Cedrus atlantica Manetti
- Nom arabe : .....Meddad, Erz Nom berbère :.....Begnoun, Inguel

1.3. Caractère botanique :

Le cèdre de l'Atlas est un arbre de grande taille, susceptible de dépasser les 40 m de haut. Son port pyramidal au stade jeune, présente des ramifications de premier ordre souvent redressées. A l'Age adulte, il prend une forme tabulaire (GAUSSEN, 1967).

DEBAZAC (1964) *in* MEROUANE (2006) indique que le cèdre se caractérise par

- un rhytidome est gris clair, écailleux puis crevassé. Les rameaux sont longs d'un gris jaunâtre à pubescence dense, assez longue de couleur beige clair. Les aiguilles, sont subteragones, vertes ou glauques, de moins de 2.5mm de longueur avec un apex aigu.

- Les bourgeons sont petits‹ ovoïdes‹ globuleux de couleur beige claire ou brune.

-Les inflorescences mâles sont d'un jaune verdâtre alors que les inflorescences femelles sont d'un vert pâle.

- Le cône de 5 à 8cm de long‹ est de couleur verte puis brune à maturité. Il est cylindrique à sommet aplati ou déprimé.

- Le bord supérieur de l'écaille est bordé d'un liséré chotain foncé. La graine subtriangulaire, de 10 à 14mm de long, tendre, à aile large et très résineuse. Le poids de 1000 graines est évalué entre 60 à 100g.

- La plantule de 7-10 cotylédons est d'une longueur de 25 à 40mm. L'épicotyle, bien développé, est muni de nombreuses aiguilles primaires.

1.4. Écologie du cèdre :

une essence montagnarde par excellence‹ bien adaptée aux climats froids. Néanmoins, elle est moins rustique que les autres grandes essences telles que le chêne vert et le pin d'Alep (ZEMIRLI, 2006).

Le cèdre peut s'accommoder à différents climats : montagnes littorales humides (RIF), montagnes continentales sèches (Aurès) et les montagnes continentales humides (moyen Atlas). En effet, Il prospère surtout en climat méditerranéen humide et froid. Il résiste très bien aux basses températures. Grâce à sa ramure étalée et flexible, il lui est plus facile de résister à l'enneigement.

En Algérie‹ es cédraies sont en étage subhumide avec 700mm et semi-aride‹ mais la station préférée du Cèdre est l'étage humide froid (850 à 1200mm) ou se trouvent les 3/4 des cédraies du Maroc.

En Algérie، la répartition du cèdre est comprise entre 1400 et 2200m d'altitude. Au Maroc, ses limites altitudinales minimale et maximale sont respectivement comprises entre 1500 à 1600m et 2600 à 2800m. Au-delà de 2300m, il cède la place au Juniperus thuriféra (Genévrier thurifére).

Indifférent à la nature chimique du sol، le cèdre a une prédilection pour les sols meubles et caillouteux. Ce qui permet aux jeunes semis de résister aux premières saisons estivales. Sa reproduction n'est bien assurée que sur des sols facilement perméables : grés, schistes délités, calcaires caillouteux et basaltes (BOUDY 1952).

1.5. La répartition du cèdre :

Le Cèdre de l'Atlas est une espèce endémique d'Afrique du Nord et caractéristique des forêts des étages Montagnards du Maroc (16 000 ha dans le Rif, 116 000 ha dans les moyen et haut Atlas) et de l'Algérie (Quelque 30 000 ha dans les Atlas tellien et saharien).

En Algérie، selon Abdessemed (1981) la répartition des cédraies est conditionnée par le climat (sec et Humide) ce qui nous permet de distinguer deux types:

- Les cédraies de l'Atlas tellien (humide) se rencontrent dans le massif du Djurdjura (2000 ha à Tala Guilef et Tikjda principalement), des Babors et Tababors (1 300 ha), de l'Ouarsenis (2000 ha à Théniet El Had, Boucaïd, etc.) Ainsi que dans monts Blidéens (1000 ha à Chréa).
- Les cédraies de l'Atlas saharien (sec), on les retrouve principalement dans les Bélézma de (17 000 ha) ainsi que dans les monts du Hodna (8 000 ha à Boutaleb).



Figure 1 : la répartition du cèdre de l'Atlas en Afrique du nord (Abdelhamid 1999)

1.6. Importance économique du cèdre :

Au fil du temps, la forêt a toujours été d'une importance écologique et économique considérable. Elle contribue largement dans le développement des collectivités sociales et l'équilibre écologique.

Le cèdre de l'Atlas, présentant des qualités particulières et diverses, produit un bois d'œuvre d'excellente qualité imprégné d'une odeur caractéristique.

Le Bois du cèdre, mort sur pied ou abattu, se conserve très longtemps. Seul l'aubier se décompose alors que le duramen reste intact. Cette incorruptibilité est due à l'essence imprégnant de certaines cellules.

L'arbre est dépourvu de canaux résinifères (BOUDY, 1952). Son bois est généralement utilisé comme bois de menuiserie et d'ébénisterie, en décoration, en construction navale, en bois de mine, en charpente et aussi comme poteaux et traverses. Le cèdre est aussi prisé pour l'extraction du cade utilisé le plus souvent en pharmaceutique et en parfumerie. Il peut même fournir de la térébenthine (BECKER et al, 1983).

La qualité du bois de cèdre varie selon les stations : les peuplements situés aux expositions sèches et sur sol calcaire (cas du sud du moyen Atlas) donnent un bois de qualité particulièrement recherché.

2. Dépérissement forestière :

Le phénomène du dépérissement affecte aussi bien les individus isolés que les peuplements en petites tâches. Les causes du dépérissement, encore à l'état d'hypothèses non encore confirmées, s'identifient aux facteurs abiotiques (stress hydrique, changement climatique essentiellement la sécheresse, carences des éléments nutritifs dans le sol,…), biotiques (attaques de champignons et des insectes ravageurs) ou encore anthropiques (coupes illicites, surpâturage…) (Garrec et al. 1991 ; Levy et al. 1994).

Le dépérissement des arbres forestiers fut observé préalablement sur les résineux dans certaines forêts européennes vers l'an 1970. Il se caractérise visuellement par des jaunissements et de chute d'aiguilles. (Fabre et al., 1999 in Mouna, 2009).

En France, suite à la sécheresse de l'été 2003 et aux déficits hydriques des années suivantes, de nombreux peuplements forestiers furent touchés par un fort dépérissement (Pauly, 2006 in Fourrier, 2007). Dans le Sud de la France, des peuplements de pin maritime, d'une

superficie de 120 000 ha, furent détruits par un suceur de sève Matsucoccus feytaudi (Coccidae Margarodidae) (Schvester 1974 in Mouna, 2009).

2.1. Définition:

Le dépérissement des forêts est défini comme étant un taux de mortalité des arbres clairement plus élevé que les taux habituels. Le dépérissement forestier désigne toutes sortes d'agents qui affectent négativement l'état et la vitalité des forêts ; il est à l'origine des causes naturelles (sécheresse, chaleur, …etc.), anthropiques ou une combinaison des deux (Requardt et al. 2007 ; Allen, 2009).

Un dépérissement est un processus évolutif, faisant intervenir de multiples causes qui agissent en synergie. Il se traduit par une altération durable de l'aspect extérieur des arbres et une réduction de la croissance (Delatour, 1990 in MAP, 2007).

2.2. Facteurs de dépérissement :

2.2.1. Facteurs prédisposants :

Les facteurs prédisposants sont des facteurs toujours présents agissant depuis très longtemps pour fragiliser et altérer la santé des arbres et limiter leur capacité d'adaptation. C'est un stress que l'arbre arrive à surmonter avec quelque réduction de la productivité. Nous pouvons citer comme facteurs prédisposant : vieillissement des peuplements, changements climatiques à long terme, station à faible capacité de rétention en eau, pauvreté du sol et la sylviculture. (Boneau, 1995 ; Nageleisen et Reuter, 2007 ; Nageleisen, 2008).

2.2.2. Facteurs déclenchants :

Les facteurs déclenchants sont des facteurs intervenants brusquement avec intensité. Leur effet est aggravé par le stress permanent des facteurs prédisposant. Ils provoquent directement la mort des arbres ou un fort affaiblissement. Nous citons entre autres, la sécheresse successive et le stress hydrique peuvent être admis comme facteurs déclenchant les plus importants, les attaques de chenilles défoliatrices (pouvant contribuer à conduire le peuplement forestier vers un dépérissement même en l'absence de sécheresse) et le gel. (Bonneau, M. Landmann, G. Garbaye, J. Ranger, J. Nys, C. 1994)

2.2.3. Facteurs aggravants :

Les facteurs aggravants amplifiants les effets précédant، se sont généralement des facteurs biotiques variables selon les essences. Leur action est très nocive affectant la vigueur de l'arbre dont le résultat est souvent la mort de celui-ci. Des parasites de faiblesses, comme l'armillaire (pathogènes racinaires), peuvent induire la mort de l'arbre. D'après Vennetier

(2012), les causes de dépérissement des forêts sont différentes, les plus fréquentes sont des aléas climatiques (essentiellement la sécheresse), des maladies et parasites, des conditions de sols défavorables, des pollutions, des incendies et des erreurs de gestions forestières. (Bonneau, M. Landmann, G. Garbaye, J. Ranger, J. Nys, C. 1994)

Chapitre II

Système d'information géographique

Chapitre II : Système d'information géographique

1. Historique :

On cite souvent comme première application des SIG selon Kodjo (2008), l'étude menée Avec Succès par le docteur John Snow pendant l'épidémie de choléra dans le quartier de Soho à Londresen 1854 : ayant représenté sur un plan la localisation des malades où ils puisaient leur Eau, il détermina que c'était l'eau d'un certain puits qui était le foyer de contamination.

Le développement des SIG dans la science et l'aménagement du territoire a été possible par le développement technologique de l'informatique, et encouragé par la prise de conscience environnementale et de nouvelles approches scientifiques pluridisciplinaires.

Depuis les années 1970, notamment depuis le sommet de la Terre à Rio de Janeiro en 1992 qui a généré une demande croissante de cartes présentant l'état de l'environnement et utiles pour mesurer les impacts du Développement, le SIG est devenu un outil performant de surveillance et d'étude (Kodjo, 2008).

2. Définition du SIG:

C'est un système géographique assisté par ordinateur permettant, à partir de diverses sources, de rassembler, d'organiser, de gérer, d'analyser, de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement، contribuant notamment à la gestion de l'espace. (Société française de photogrammétrie et télédétection, 1989) In Laboratoire de cartographie appliquée - Élisabeth HABERT - IRD – 2000.

3. Fonctionnalités du SIG:

Un SIG stocke les informations concernant le monde sous la forme de couches thématiques Pouvant être reliées les unes aux autres par la géographie. Ce concept, à la fois simple et puissant a prouvé son efficacité pour résoudre de nombreux problèmes concrets.

4. Les données du SIG:

4.1. Données raster :

La réalité est décomposée en une grille régulière et rectangulaire, organisée en lignes et en colonnes, chaque maille de cette grille ayant une intensité de gris ou une couleur.

La juxtaposition des points recrée l'apparence visuelle du plan et de chaque information. Une forêt sera "représentée" par un ensemble de points d'intensité identique (laboratoire de cartographie-Elisabeth-IRD ; 2000).

4.2. Données vectorielles :

Les limites des objets spatiaux sont décrites à travers leurs constituants élémentaires‹ à savoir les points‹ les arcs‹ et les arcs des polygones. Chaque objet spatial est doté d'un identifiant qui permet de le relier à une table attributaire.

4.3. Les points :

Ils définissent des localisations d'éléments séparés pour des phénomènes géographiques trop petits pour être représentés par des lignes ou des surfaces qui n'ont pas de surface réelle comme les points cotés.

4.4. Les lignes:

Les lignes représentent les formes des objets géographiques trop étroits pour être décrits par des surfaces (ex : rue ou rivières) ou des objets linéaires qui ont une longueur mais pas de surface comme les courbes de niveau.

4.5. Les polygones :

Ils représentent la forme et la localisation d'objets homogènes comme des pays, des parcelles, des types de sols (laboratoire de cartographie-Elisabeth-IRD ; 2000).

5. Domaine d'application du SIG :

Les domaines d'application des SIG sont aussi nombreux que variés. Habert (2000), donne un Liste de ces principales applications :

- ✓ Tourisme (gestion des infrastructures, itinéraires touristiques)
- ✓ Marketing (localisation des clients, analyse du site)
- ✓ Planification urbaine (cadastre, voirie, réseaux assainissement)
- ✓ Protection civile (gestion et prévention des catastrophes)
- ✓ Transport (planification des transports urbains, optimisation d'itinéraires)
- ✓ Hydrologie
- ✓ Forêt (cartographie pour aménagement, gestion des coupes et sylviculture)
- ✓ Géologie (prospection minière)
- ✓ Biologie (études du déplacement des populations animales)
- ✓ Télécoms (implantation d'antennes pour les téléphones mobiles)

6. Intérêt de SIG dans la foresterie :

Selon Dykstra (1996) ,les objectifs des SIG en foresterie se regroupent en deux catégories:

Extraction d'informations détaillées sur la forêt par télédétection aéroportée ou satellitaire (Occupation du sol، images Radar, MNT,…)

Développement de méthodes d'intégration d'informations multi sources dans les systèmes d'aides à la prise de décision pour le développement durable des forêts.

En matière de gestion forestière et d'après Hadjadj (2011), le système d'information

Géographique constitue de nos jours des instruments de premier choix dans les domaines d'intervention suivants :

- ✓ L'étude d'impact des constructions ; Poste de vigie, maison forestière, point d'eau,
- ✓ Banquètes, etc.
- ✓ La gestion des réseaux de communication qui s'est avérée d'une grande importance dans les interventions relevant de la lutte contre les incendies et l'exploitation du bois.
- ✓ La gestion des équipements et des personnels.
- ✓ Constitution d'un fond du plan cadastral forestier national.
- ✓ Inventaire, gestion des ressources forestières et sylviculture.
- ✓ Suivi du processus de désertification.
- ✓ Suivi de l'état sanitaire des forêts.

7. La télédétection:

Ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer de caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance, sans contact matériel avec ceux-ci.» (Journal Officiel du 11 décembre 1980 in C.S.F.D, 2002) In ZEROULA et BENHENNOUR, 2004).

7.1. Modèle Numérique de Terrain :

Un modèle numérique de terrain appelé singulièrement MNT (en anglais DTM), est une carte indiquant la forme brute du terrain, sans construction ni végétation. Il correspond donc à une schématisation du modelé de la région étudiée. L'ensemble des points de la carte établie, correspond à une altitude permettant de travailler sur un modèle surfacique numérique. (Ziane Ahmed, 2013).

Chapitre III

Présentation de la zone d'étude

Chapitre III : Présentation de la zone d'étude

1. Historique :

La cédraie de Theniet el had fût le premier parc à être crée pendant la période coloniale soit le 03 août 1923 (BOUDY, 1950). C'est le premier espace naturel protégé en Algérie par le fort militaire colonial de Théniet El Had fut installé en avril 1843. (PNTH ,2013)

Le parc national de Théniet el Had, Créé en 1983 par décret n°83-459 du 23 juillet 1983 sur une superficie totale s'élevant à 3425 ha, est situé à 185km au sud-ouest de la capitale Alger, et à 150km de la côte méditerranéenne. c'est un massif montagneux formant un passage obligé entre les montagnes de l'Ouarsenis et les plaines du Sersou. Du point de vue administratif, le Parc fait partie de la wilaya de Tissemssilt. Il s'étend à travers des crêtes et des pentes et contient des étangs, sources et ruisseaux serpentant des vallonnements très profonds. Son étage bioclimatique s'étale entre le subhumide et l'humide. La cédraie de ce parc est unique dans l'Ouest algérien. il constitu également l'un des rares endroits dans le pourtour méditerranéen où le chêne liège végète à plus de 1600m (DGF, 2005).

2. Situation géographique :

Le parc national de Theniet El Had est situé au niveau de la partie septentrionale du grand massif de l'Ouarsenis (BELKAID, 1988) (**Figure 1**).

IL est compris entre les monts des Béni Chougrane à l'Ouest, Les monts de Tetteri à l'Est, la vallée du Chelif au Nord et les plaines du Sersou au Sud (PNTH, 2006).

Le parc, faisant partie de la chaîne sud de l'Atlas tellien, est localisée au niveau des coordonnées géographiques suivantes (PNTH, 2008) :

➢ 35°54'4'' et 35°49'41'' de latitude Nord.

➢ 02°02'4'' et 01°52'45'' de longitude Est.

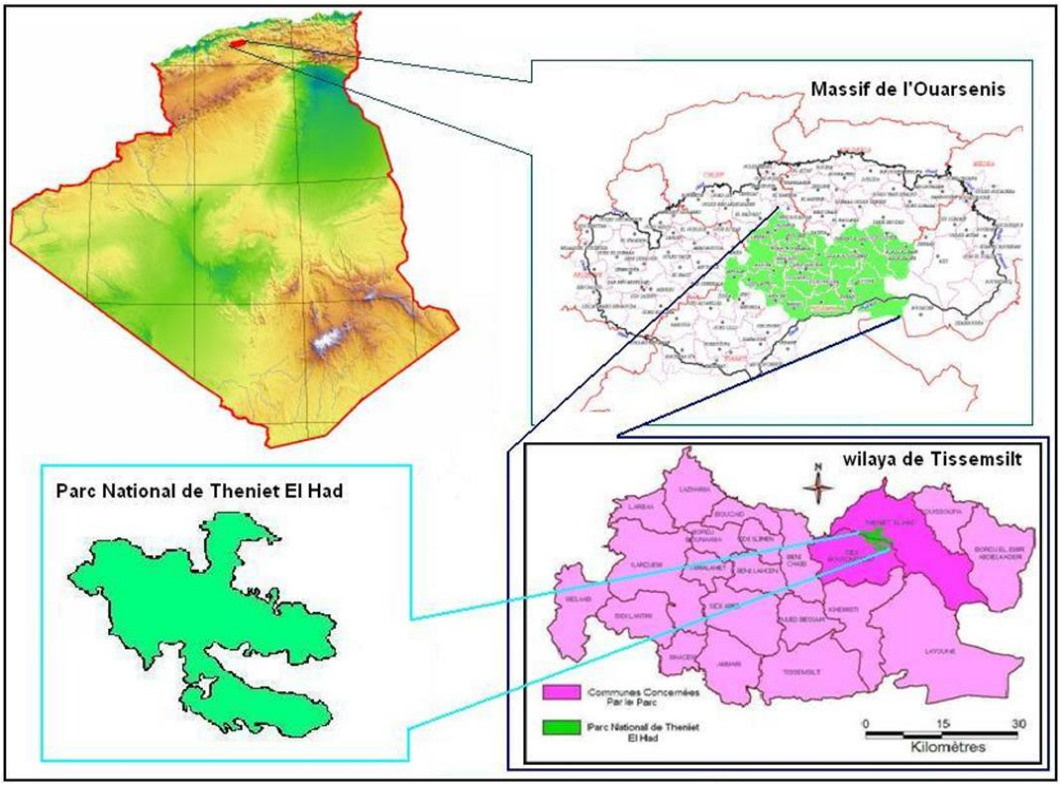


Figure 2 : Localisation du Parc national de Theniet el Had (Mairif, 2013).

Sur le plan administratif, le parc national se subdivise en dix (10) cantons (**Figure 3**)

Notre zone d'étude correspond au canton pépinière car il présente une facilité d'accessibilité et est le canton le plus sécurisé.

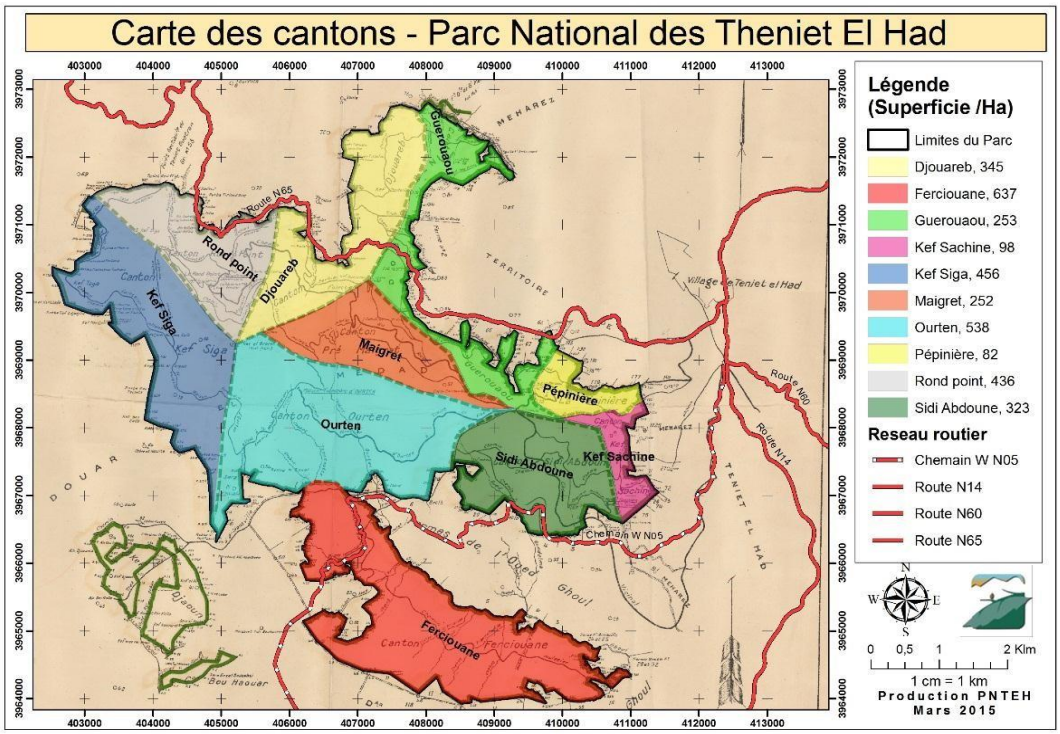


Figure 3 : Carte des cantons du parc national de Théniet El-Had (PNTH, 2015)

3. Délimitation et superficie de la zone d'étude :

Le canton Pépinière occupe une superficie de l'ordre de 82 ha, limité au Nord par la ville de Théniet El-Had, à l'Est par le canton Kef Sachine, au Sud par le canton Sidi Abdoun et à l'Ouest par le canton Guerouaou (**Figure 4 et 5**).

Le canton pépinière est caractérisé par:

- ✓ Une altitude moyenne de 1 400 m.
- ✓ Une exposition Nord.
- ✓ Le cèdre est presque à l'état pur. L'étagement de végétation est fortement caractérisé par la succession de taillis de *Quercus ilex* et de la futaie de *Cedrus atlantica*. Quelques pieds de *Quercus faginea* et de *Quercus Suber* y sont sporadiquement recensés.

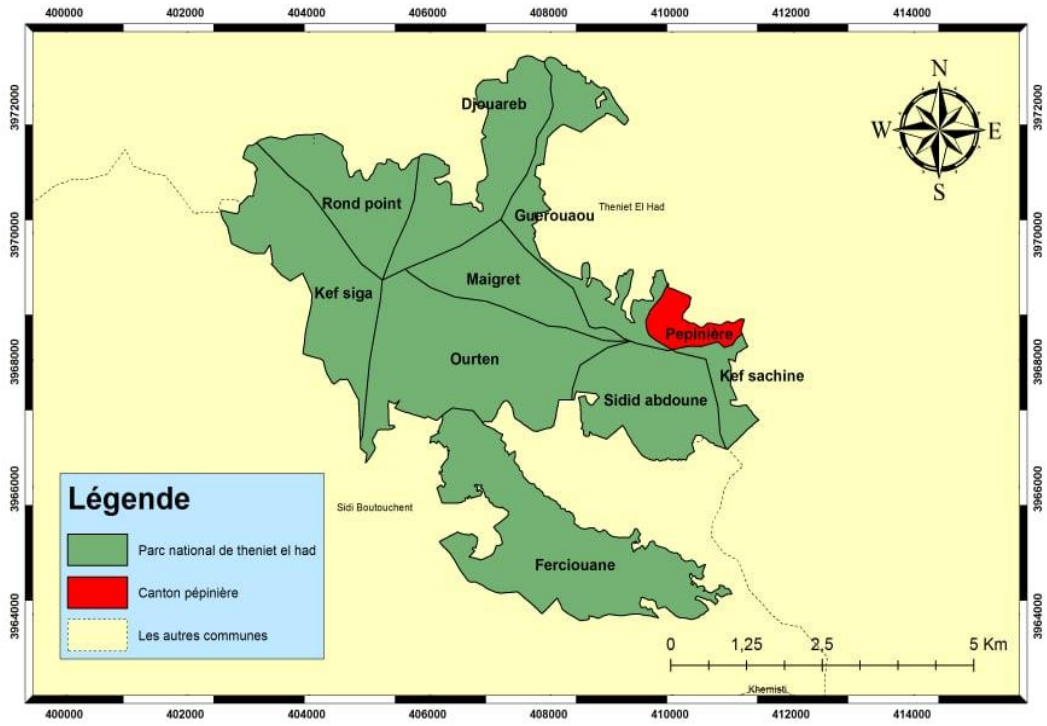


Figure 4: Délimitation canton pépinière (PNTH.2000).

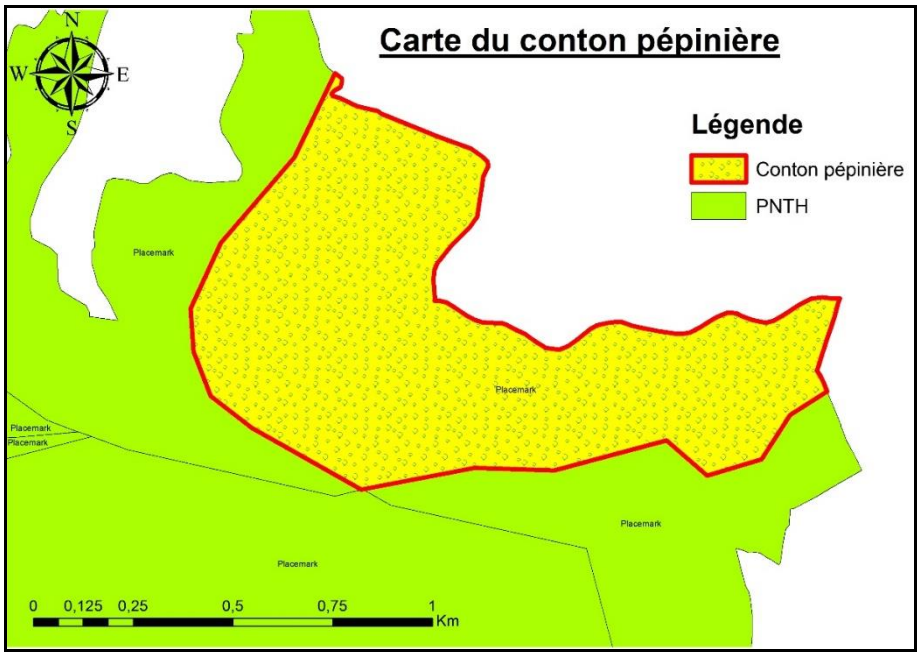


Figure 5: Carte du canton pépinière

3.1. Faune:

On recense vingt espèces de mammifères dont onze protégées, quatre-vingt-treize espèces d'oiseaux dont vingt-neuf protégées, trois cent quarante-quatre espèces d'insectes et dix-huit espèces de reptiles (PNTEH, 2012).

3.2. La flore :

Selon Leskomplekt (1984), le recouvrement des peuplements est très important et est de l'ordre de 70-80% avec une densité très élevée soit de 200 pieds/ha ; c'est une cédraie pure située de hautes futaies moyennant 30 m de hauteur. Le nombre de pieds augmente avec l'altitude et finit par diminuer sur la plus part des crêtes en mélange avec le chêne zeen (*Quercus faginea*) accompagnés avec d'autres espèces buissonnantes (*Crataegus monogyna*, *Prunus avium*, *Juniperus oxycedrus*, *Rosa canina*, *Rubus fructicosus*,...).

La moyenne d'âge est située entre 125-135 ans. Sur le versant Sud : Le recouvrement est de l'ordre de 60-70% et 16-18 m de hauteur moyenne, avec un sous-bois assez dense de *Calycotum Espinosa*, *Genista tricuspidata*, *Cistus salvifolius*, etc. La superficie globale est estimée à 1000 ha.

3.3. Géologie :

Selon Boudy (1950), Sari (1977), Leskomplekt (1984) et Belkaid (1988), la base de la structure géologique du massif du parc national de Theniet El-Had, relevant du crétacé, est constituée de sédiments oligocènes développés en faciès « Numidien ».

3.3.1. Le sol :

Au niveau du PNTEH on trouve les trois types de sol suivants :

-Les sols peu évolués:

Ils sont pauvres en matière organique, à texture grossière, se trouve dans les deux versants du parc (Zedek, 1993) Ils sont formés à la suite de dépôts d'éléments provenant des sols à fortes pentes (Hadji, 1998). Rencontre de la végétation ligneuse et broussailleuse (Kadik, 1987 ;Yessad, 1988).

-Les sols minéraux bruts d'érosion:

Ils sont peu profonds, de texture à particules grossière, avec un pH neutre ces sols se succèdent presque sans interruption avec des affleurements de la roche mère (Zedek, 1993).

-Les sols brunifiés lessivés:

Ces sols se caractérisent par un profile pédologique complet de type ABC, riches en potassium, azote, et en matière organique (Batel, 1990).

3.3.2. Source d'eau :

Il existe à la périphérie du PNTEH deux oued qui sont captés et utilisés par les riverains de la région.

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

Il existe d'autres sources d'eau parmi lesquelles on a : Ain Touila, Toursout, Ourten et Djedj El-maa, ces sources sont caractérisées par des eaux ferrugineuses (Chabane, 1991 in Dip et Zaiz, 2011). La figure 6 représente la carte hydrographique du parc national de Theniet El-Had.

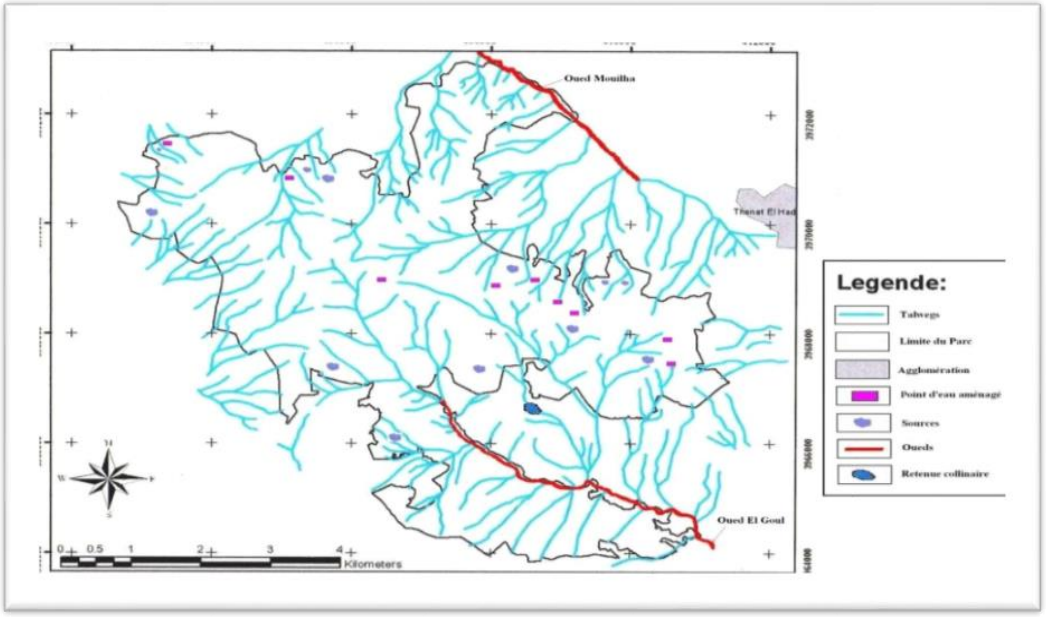


Figure 6: Carte du réseau hydrographique du Parc National de Theniet El Had (Mairif, 2013).

3.4. Données climatiques :

A la suite de plusieurs travaux climatique, de nombreux indices climatiques et bioclimatiques ont été proposés. Les plus courants et les plus utilisés sont basés essentiellement sur la pluie et la température

Les données enregistrées durant la période 2010 – 2019 sont les seules à partir desquelles on caractérisera le climat de la cédraie,

3.4.1. Précipitation:

Les pluies sont un facteur important dans la vie des plantes néanmoins l'irrégularité des pluies dans la région est une caractéristique du climat algérien qui tend vers l'aridité peut avoir un effet néfaste sur le développement de la végétation (Abdelhamid, 1999).

Tableau 1: Précipitations mensuelles de la zone d'étude

Moi	Jan	Fév	Mrs	Avr	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	TOATAL
p (mm)	217	177	181	146	93	36	25	22	73	107	186	237	1500

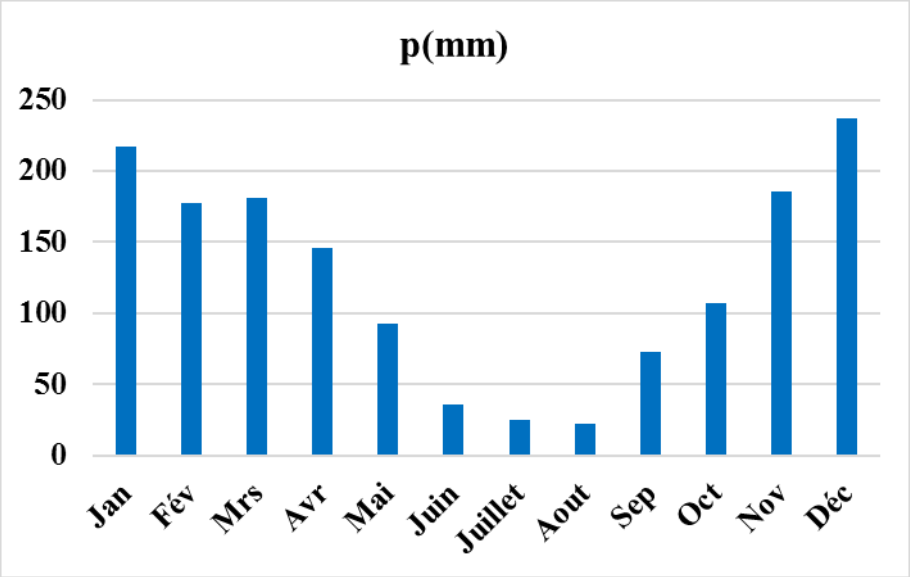


Figure 7: Précipitations mensuelles de la zone d'étude

3.4.2. Température :

La température est un facteur limitant pour la végétation dans leur répartition altitudinale (RIOU-NIVERT, 2005 In CHAI et KERROUR, 2015).

La température est un paramètre climatique qui conditionne la possibilité et l'intensité de diverses fonctions vitales des végétaux.

Tableau 2: Données thermiques de la zone d'étude

Moi	Jan	Fév	Mrs	Avr	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	TOATAL
Moy "M"	8.4	9.4	12.6	15.3	20.1	25.7	30.4	30.3	25.1	19.3	12.3	9.3	18.1
Moy "m"	7.1	7.8	10.3	12.7	16.9	21.9	26.0	26.1	21.6	17.2	11.1	8.0	15.5
Tempérture	7.7	8.6	11.4	14.0	18.5	23.8	28.2	28.2	23.3	18.2	11.7	8.6	16.8

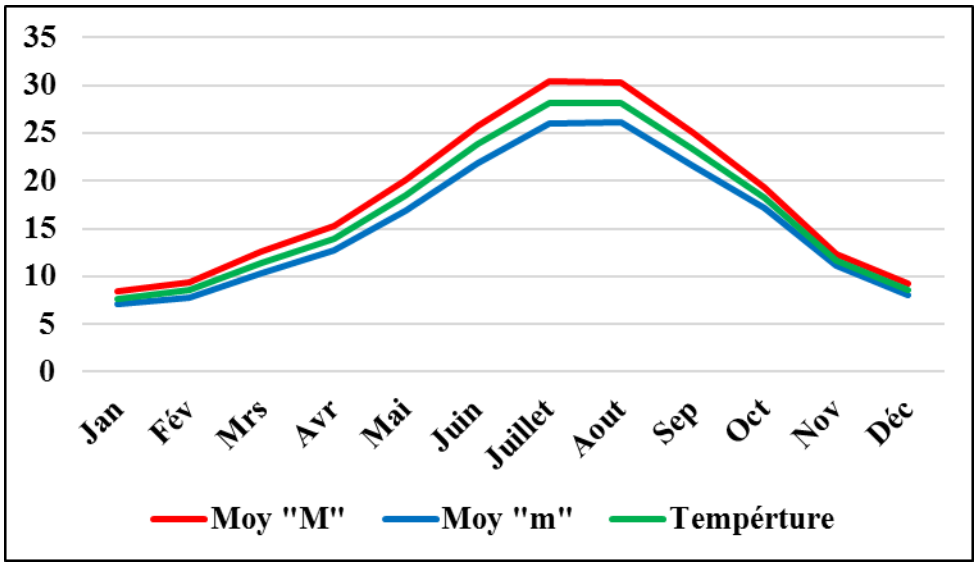


Figure 8: Température mensuelles de la zone d'étude

3.4.3. Synthèse climatique :

3.4.3.1. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) :

Selon BAGNOULS et GAUSSEN, (1957), Un mois est considéré sec lorsque le total des précipitations mensuelles est inférieur ou égal au double de la température moyenne mensuelle du même mois,

Soit $p \leq 2T$ soit : 2 mm= 1°c

Avec :

P : Précipitations mensuelle.

T : Température moyenne mensuelle**.**

+

Figure 9: Diagramme Ombrothermique de la zone d'étude

La Figure 9 montre que la période sèche s'étale sur une période de trois mois, du début du mois de juin jusqu'au début du mois de septembre. Soit celle correspondant à la saison estivale.

3.4.3.2. Quotient pluviothermique d'EMBERGER (1938) :

Le climagramme d'EMBERGER permet de déterminer l'étage bioclimatique d'une station donné. Il est déterminé à partir de la formule:

$$Q2 = 2000P/ M2 - m,$$

Avec :

P: précipitation annuelle (mm) ;

M: la température maximale du mois le plus chaud en °Kelvin ;

m: la température minimale du mois le plus froid en °Kelvin.

En appliquant la formule suivante élaborée par STEWART pour l'Algérie et le Maroc, soit:

$$Q3= 3.43 (P/M-m)$$ (STEWART, 1968).

P: Pluviométrie annuelle moyenne en mm ;

M: Moyenne maximale du mois le plus chaud en °C ;

m: Moyenne minimale du mois le plus froid en °C.

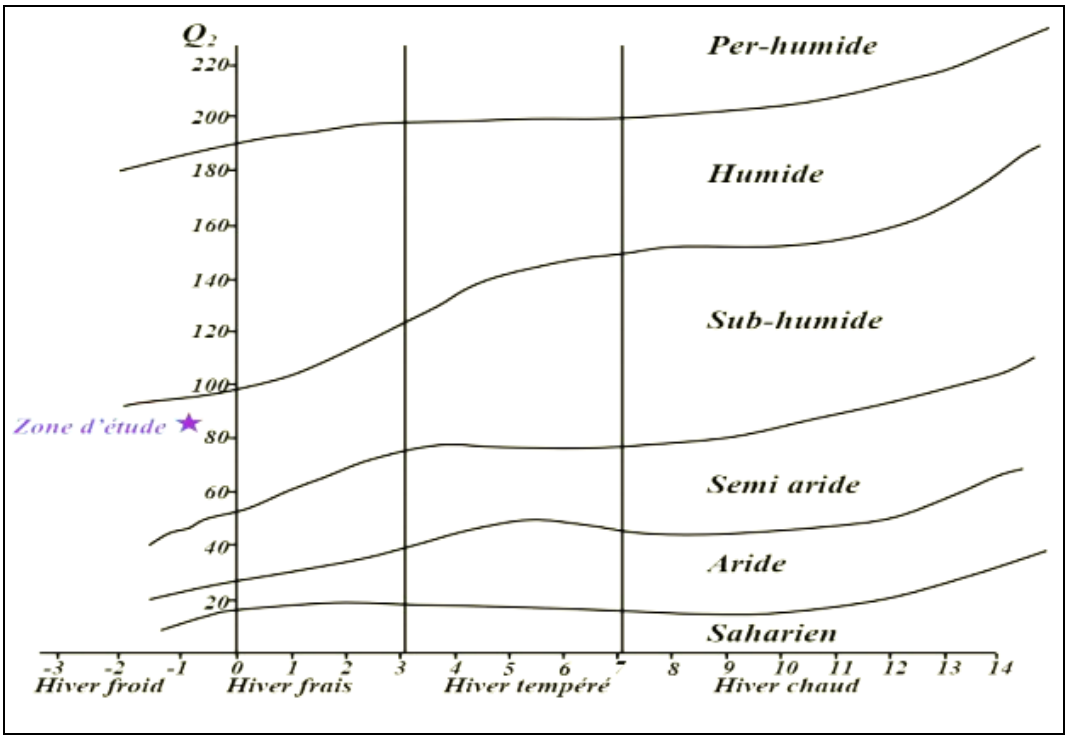


Figure 10: Climagramme d'Emberger de la zone d'étude

A partir de la figure 10, la zone d'étude appartient à l'étage bioclimatique subhumide à hiver froid.

3.5. Vent :

Le vent est considéré comme facteur essentiel pour la régénération de la végétation, les vents enregistrés dans le parc sont des vents dominants en direction Nord-Ouest. Cependant, le Sirocco, vent chaud et sec, souffle pendant la période estivale du Sud au Sud-Ouest (ZEDEK, 1993).

3.6. Neige :

La neige protège la végétation du froid, mais elle lui est défavorable lorsqu'elle persiste longtemps. Au niveau du parc, selon ZEDEK (1993) la chute de neige été très intense et persiste jusqu'à l'arrivée du printemps chose qui n'existe plus de nos jours où les neiges sont peu fréquentes pendant toute la période hivernale ce qui indique l'existence d'un changement climatique accéléré pendent quelques décennies.

3.7. L'orage :

L'orage est un phénomène plus local que la plaine au Djebel el Meddad. L'orage est fréquent en été et rare en hiver.

3.8. Grêles :

Le nombre de jour de grêles est faible (CHAI et KERROUR, 2015).

3.9. Gelée :

Les gelées blanches sont fréquentes en hiver et absentes en été (CHAI et KERROUR, 2015).

3.10. Humidité :

L'humidité relative est faible au milieu de la journée alors qu'elle diminue très légèrement pendant le soir par rapport à la matinée, l'humidité absolue est faible pendant les mois d'hiver et atteint le maximum au cours de d'été (Seltzer, 1946 *in* CHAI et KERROUR, 2015).

Partie expérimentale

Chapitre IV

Matériels et méthodes

Chapitre IV : Matériels et méthodes

L'objectif de ce travail est d'identifier l'état actuel du parc national, plus précisiment celui du contan pépinière en matière de superficie et de l'état sanitaire par rapport aux années précédentes à l'aide des images satilitaires existantes et le système d'information géographique.

Cette étude contribuera à la réalisation d'une base de données nécessaire à la réalisation de différents travaux liées à la dégradation de la cédraie.

1. Matériel utilisées :

Nous avons utilisées le matériel suivant :

- Le GPS.
- Fiche de relevé de terrain.
- Un bloc note (pour mentionner les observations).
- Un appareil photos (pour photographier les espèces végétales).
- Google Earth pro (pour la délimitation de la zone d'étude).
- Logiciel Arcgis 10.3.1.
- Logiciel ENVI 4.7.
- Logiciel NDVI.

2. Les données récoltées :

2.1. Les images satellitaires :

Nous avons utilisées les images satellitaires issues de LANDSAT7, LANDSAT8 et LANDSAT5 qui ont été prise entre : 2001 et 2021 par la NASA est éditée par la NASA Earth Explorer (proposées gratuitement au public).

Ces images ont été corrigées sur les plans radiométrique, atmosphérique et du point de vue géométrique et référencées selon la projection UTM WGS 84 zone 31.

2.2. Placettes installées :

Cette étape constitue une phase importante dans la réalisation de ce travail, elle s'est reposée sur l'nstallation de 30 placettes temporaires (Figure 11) utilisées pour l'identification des espèces existantes et d'identifier l'état sanitaire des arbres de cèdre.

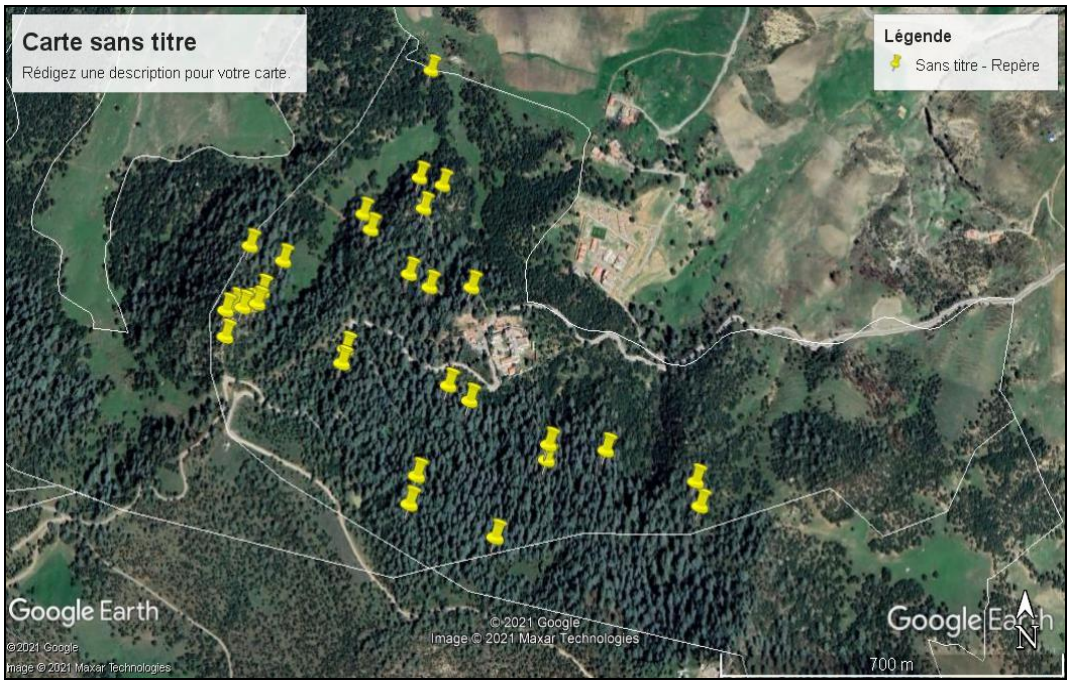


Figure 11: Placettes installées (contan pépinière)

3. Traitement des données :

A fin de pouvoir aquérir les variations le long des vingt dernières années, le traitement des images satélitaires s'est éffectué à travers plusieurs étapes et à l'aide des différents logiciels (Figure 16)

3.1. Logiciels utilisés :

3.1.1. ENVI

ENVI (Environment for Visualising Image) est le logiciel utilisé par les scientifiques, chercheurs et spécialistes de l'analyse d'images ou des SIG pour traiter et analyser les images géospatiales. Le logiciel ENVI intègre les dernières technologies de traitement et d'analyse d'images, au sein d'une interface intuitive et simple d'utilisation, qui permet d'extraire rapidement des informations pertinentes à partir des images (RABIA et CHERIF, 2019)

Dans notre étude, nous avons utilisé le logiciel ENVI 5.2 (Figure 12) pour son efficacité dans la visualisation, le traitement et l'analyse des images satellitaires, sa facilité d'utilisation et ses différentes interactivités possibles qu'il offre. C'est un logiciel performant qui permet de corriger, de traiter et d'analyser les images satellitaires ayant des tailles et des formats différentes. Il comprend également des outils nécessaires aux traitement des photographies aériennes et des images radar particulièrement utiles en présence de nuage »

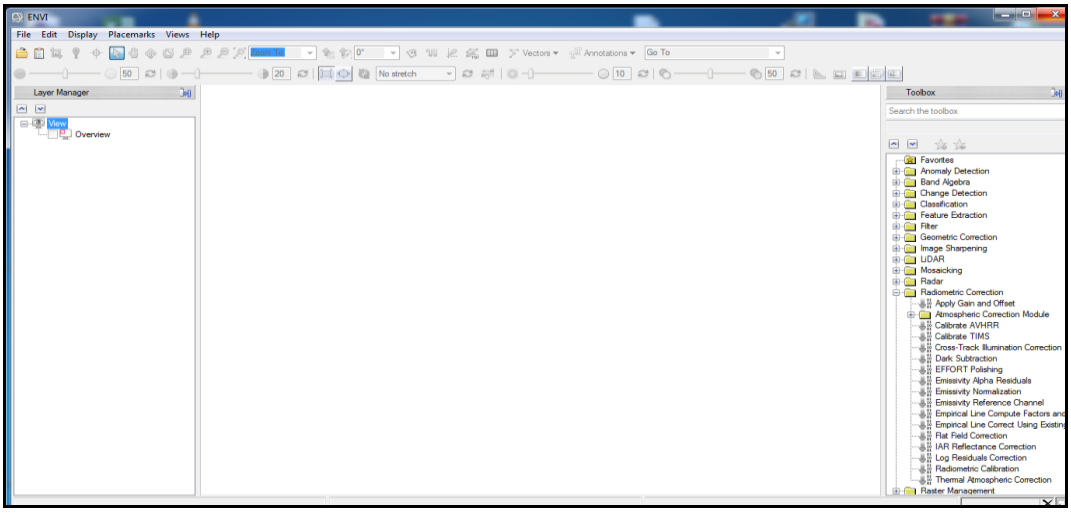


Figure 12 : Logiciel ENVI 5.2

3.1.2. ArcGIS :

ArcGIS est un système complet qui permet de collecter, organiser, gérer, analyser, communiquer et diffuser des informations géographiques. En tant que principale plateforme de développement et d'utilisation des systèmes d'informations géographiques (SIG) au monde, ArcGIS est utilisé par des personnes du monde entier pour mettre les connaissances géographiques au service du gouvernement, des entreprises, de la science, de l'éducation et des médias.

Pour l'habillage des cartes nous avons opté pour la version 10.2.2 (Figure 13).

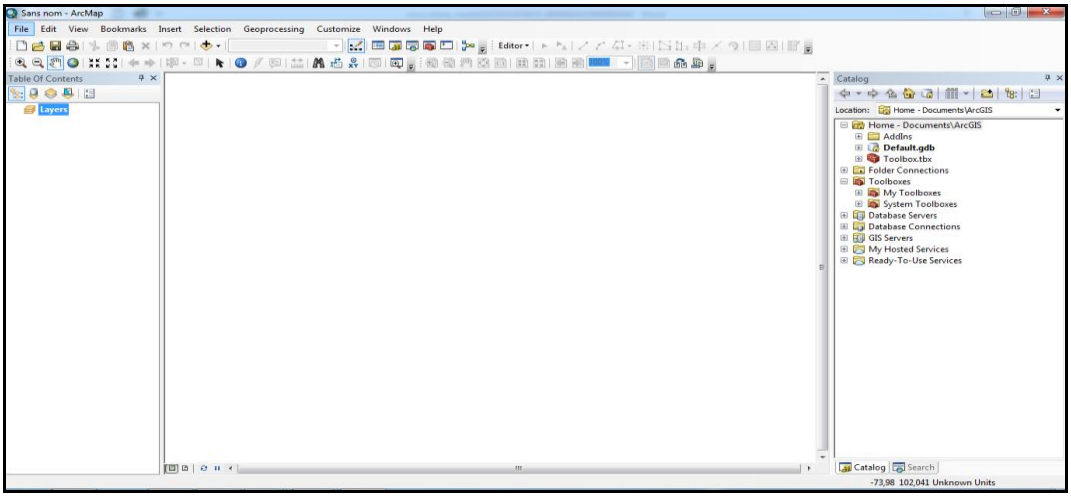


Figure 13: Arcgis 10.2.2

4. Méthodes :

4.1. Choix des images satellitaires :

Les images satellitaires constituent un outil important dans la cartographie moderne, il devien de plus en plus un outils indispensable dans la planification et la gestion. elles sont

descriptives et apportent une information spatiale beaucoup plus importante par rapport aux autres sources d'information et spectrale qui permet la caractérisation des objets dans une large bande spectrale (RABIA.Y et CHERIF.S, 2019)

Les images du satellite landsat8 landsat5 ET landsat7 offrent les meilleures caractéristique selon les objectifs de cette étude: une large couverture spectral allant jusqu'à l'infrarouge, une couverture de toute la zone d'étude, en une seule image. Ces caractéristiques sont présentées dans le Tableau 4

Tableau 3 : Caractéristiques des scènes Landsat utilisées

Caractéristiques des scénes Landsat utilisées		
Capture	Date	Résolution m2
landsat 7 ETM+	03/06/2001	30x30
landsat 5 MSS/TM	28/08/2006	30x30
landsat 5 MSS/TM	19/03/2011	30x30
landsat 8 OLI/TIRS	06/07/2016	30x30
landsat 8 OLI/TIRS	17/05/2021	30x30

5. Traitement des données :

5.1. Prétraitement des images Landsat :

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

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

Les améliorations radiométriques corrigent les effets des différents perturbation de la mesure radiométrique, alors que celles géométriques rendent possible la superposition à d'autres documents cartographiques de référence.

5.2. Création de masque :

Notre masque a été appliqué sur les cinq images (2001,2006, 2011, 2016 et 2021) grâce à un fichier vectoriel sous format (*.evf) qui correspond à la délimitation de la zone d'étude.

L'objectif de cette application est de construire un masque unique utilisé tout au long du travail afin de cacher la partie au-delà de la zone d'étude. On attribue une valeur « 0 » aux pixels à l'extérieur de la zone d'étude et la valeur de «1» aux pixels situés à l'intérieur des limites incluses.

L'application de ce masque nous a permis de réduire la taille de l'image à la zone d'étude seulement (Figure 14 et 15)

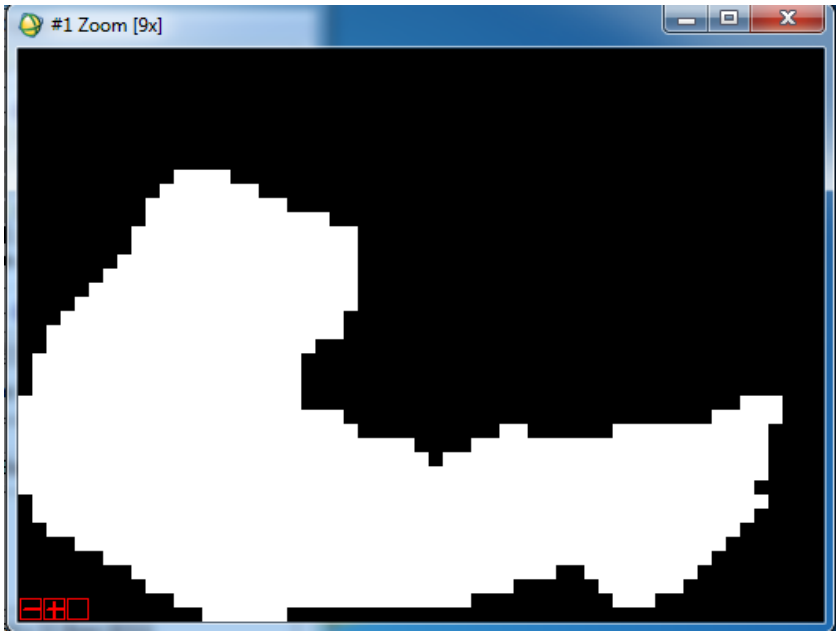


Figure 14: Le masque utilise

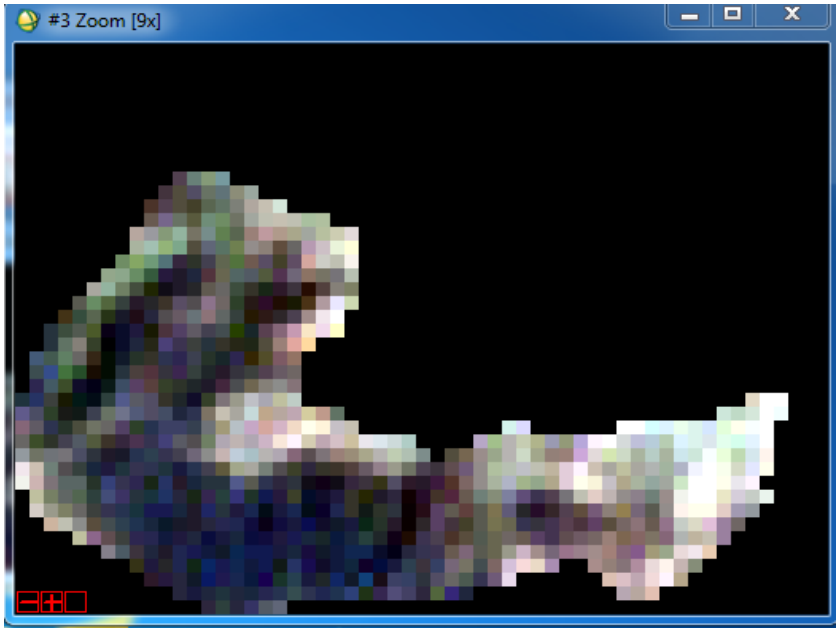


Figure 15 : Le masque applique sur l'image

5.3. Détection des changements :

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

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

Ces critères permettent de maximiser le nombre et la diversité de cibles invariantes détectables. L'image de référence que nous avons choisie pour normaliser est celle de l'année 2021 puisqu'elle parait la meilleure qui réponde aux critères cités.

5.4. Classification :

5.4.1. Classification non supervisée :

l'apprentissage non supervisé désigne la situation d'apprentissage automatique où les données ne sont pas étiquetées. Il s'agit donc de découvrir les structures sous-jacentes à ces données non étiquetées. Puisque les données ne sont pas étiquetées.

Une classification non supervisée a été effectuée pour les 5 images en utilisant l'algorithme du **(k-means**) puisque c'est l'algorithme le plus utilisé dans les études de classification.

La classification s'est effectuée sous le logiciel de traitement d'image ENVI 5.2.

3.5.2. NDVI :

Le NDVI est un indice de végétation par différence normalisé. Il est utilisé en agriculture pour évaluer la vigueur et la quantité de végétation par analyses des mesures de télédétection.

Le NDVI à été étudié à l'aid du logiciel de traitement d'image ENVI 5.2.

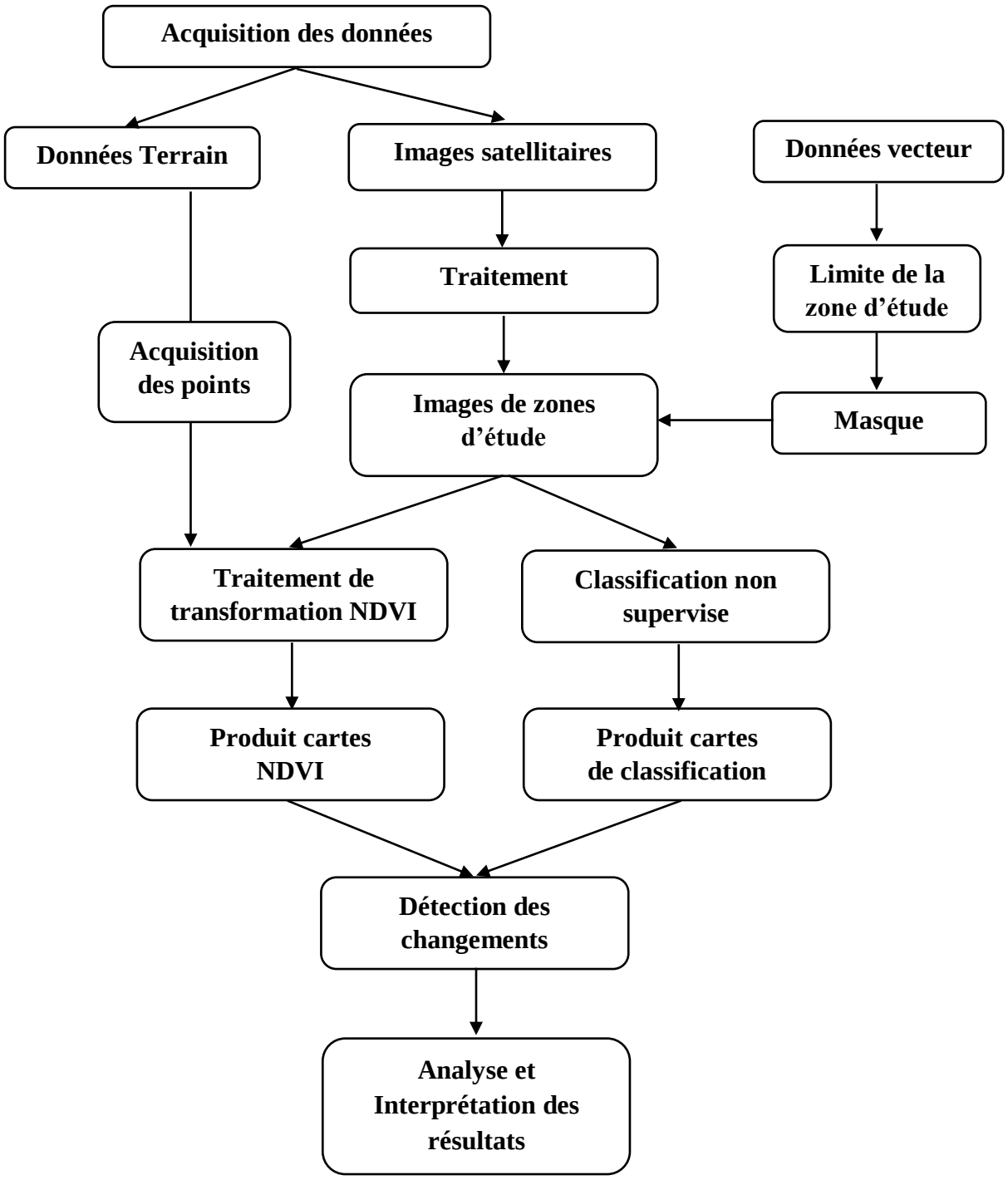


Figure 16: Protocole expérimental

Chapitre V

Résultats et discussion

Chapitre V : Résultats et discussion

1. Etude chronologique de l'occupation de l'espace :

La cédraie de Theniet el had, présenté selon (Boudy, 1950), comme étant la plus belle cédraie du nord d'Afrique, connaît aujourd'hui des contraintes de dégradation menaçant sa périnnité.

Pour cela et à fin de connaitre et éclarcir la situation actuelle de la cédraie on a opté, par le biais de ce travail, à crée une conception cartographique chronologique rétrospéctive, en ce basant sur l'état actuel (Figure 17), montrant l'évolution de la cédraie du contan pépinière en matière de superficie et de dépérissement, le principal fléau menaçant l'existance de la cédraie, le long des deux derinières décennies.

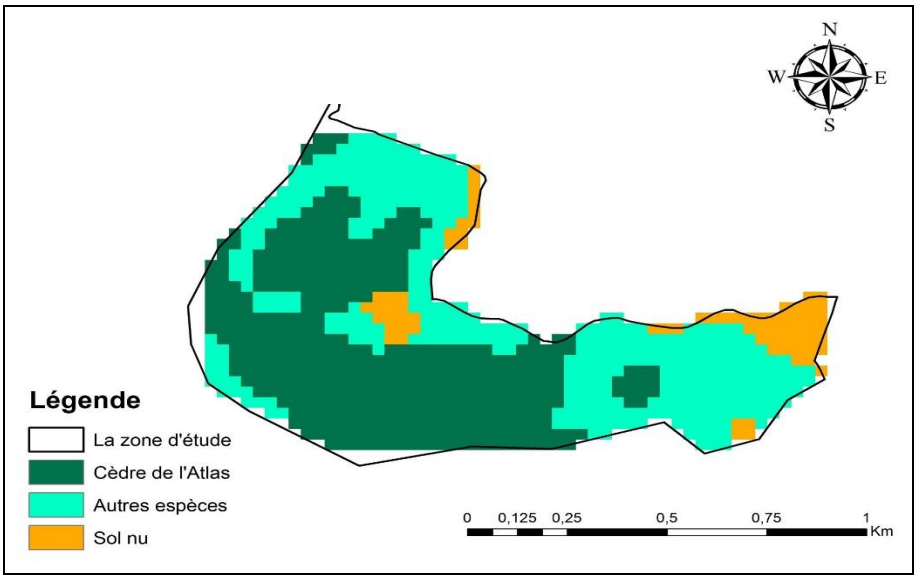


Figure 17 : Etat du canton pepiniere en 2021

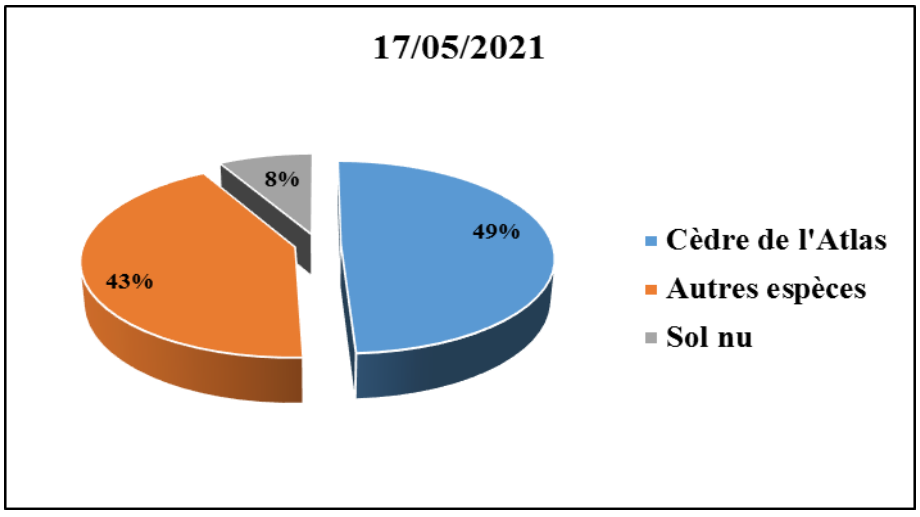


Figure 18: Etat de l'occupation du sol en 2021

La figure 17 et 18 montre que le cèdre occupe en abondence la zone qui présente une altitude moyenne d'environ 1300m avec un pourcentage s'élevant à 49% c'est-à-dire la moitié de la superficie du contan alors que les autres espèces (constitué principlement de chêne vert et d'une quantité moindre le chêne liège) se propage dans les limites de la zone d'étude en occupant une fréquence moindre que celle du cèdre de l'Atlas sur des étages altitudinale inférieur à 1200m. Le sol nu occupe une superficie très faible et cela est dû au fait que le contan repose sur le versant le mieu arrosé, celui nordique.

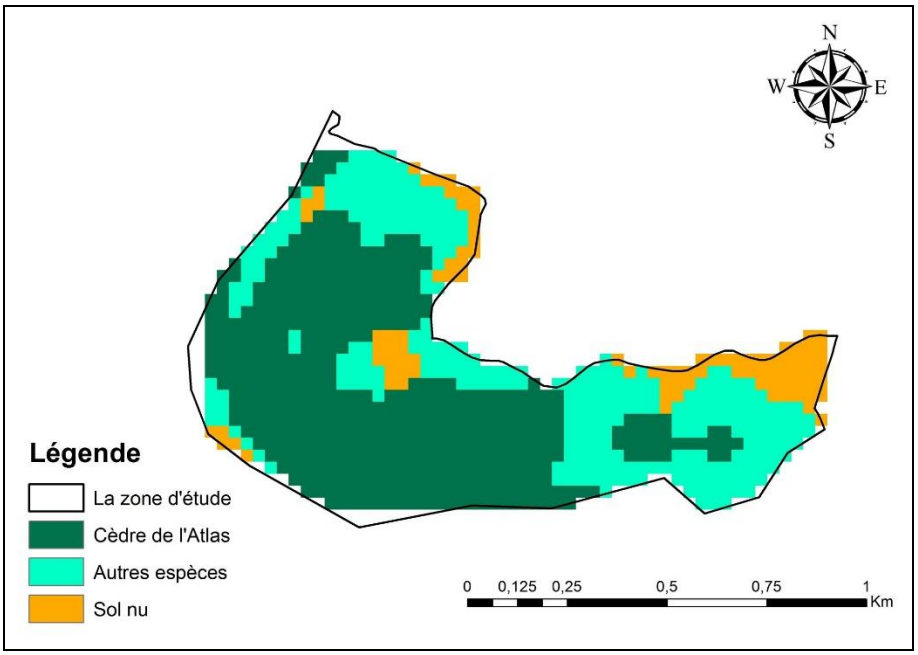


Figure 19 : Etat du canton pepiniere en 2016

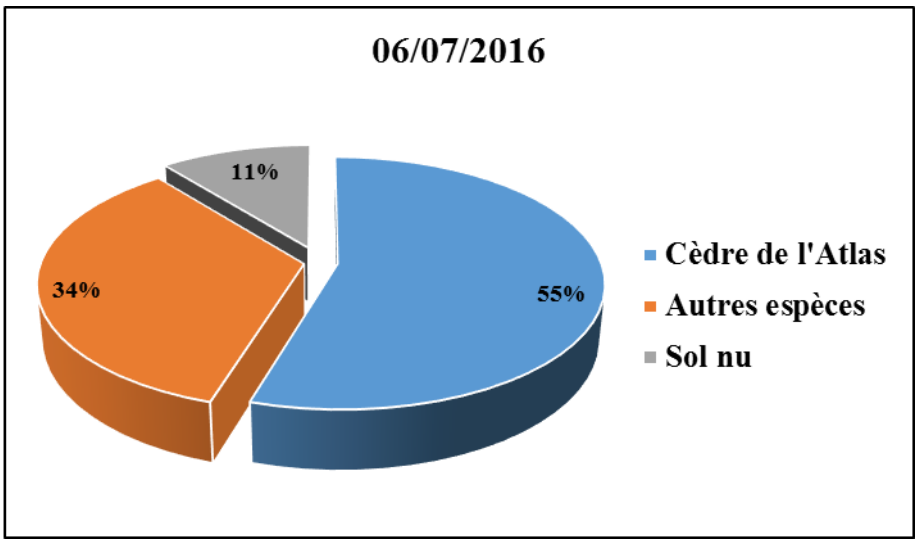


Figure 20: Etat de l'occupation du sol en 2016

La figure 19 et 20 correspondantes à l'état du couvert végétal en 2016 démontrent que la cédraie du contan pépinière à nettement diminué en 2021 elle à passée de 55% en 2016 à 49% en 2021 soit une diminution de 6% de la superficie totale de la zone d'étude où cette dernière à été remplacé par les autres espèces à savoir le chêne vert. Le sol nu présente une fréquence quasiment stable le long des cinq années.

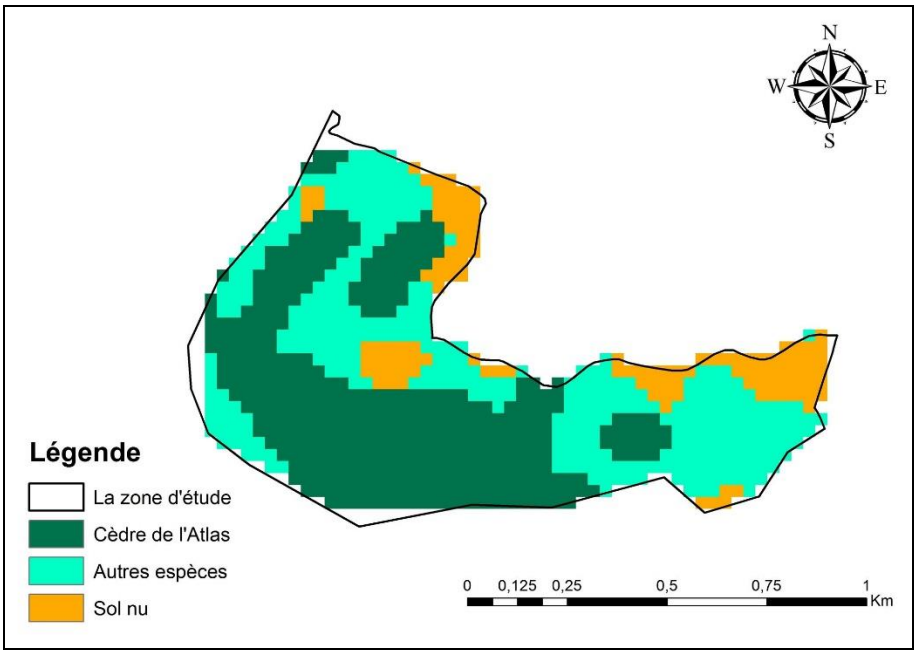


Figure 21 : Etat du canton pepiniere en 2011

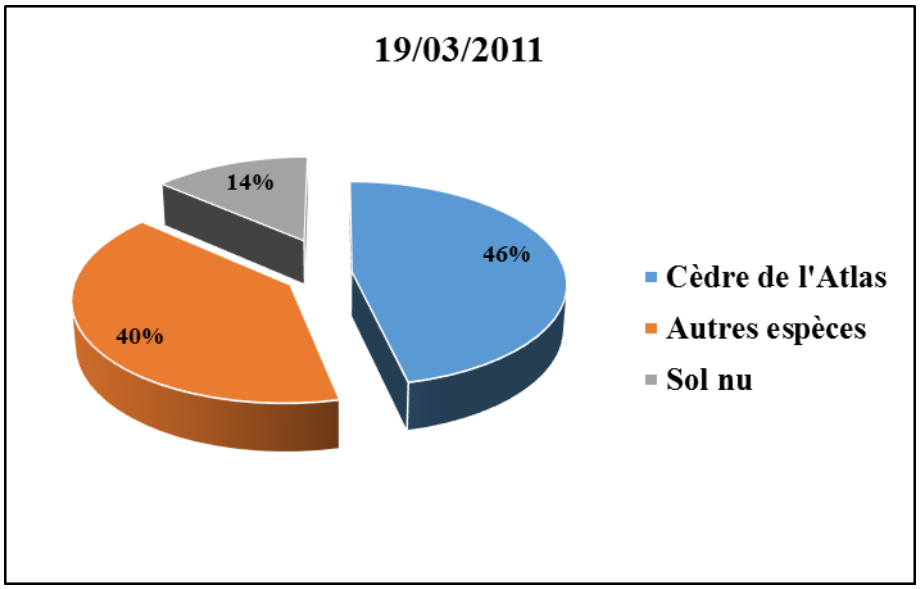


Figure 22 : Etat de l'occupation du sol en 2011

Les figures 21 et 22 montrent que la fréquence du cèdre à nettement augmenté entre 2011 et 2016 d'un pourcentage s'élevant à 9%, ce dernier représente un chiffre important dans la mesure où la dégradation des forêt est quasiment présente dans l'ensemble des forêts et plus

particulièrement dans le parc national. Quoique cette augmentation est importante, elle ne reflète en aucun point l'évolution positif de la cèdraie du fait que cette augmentation est dû essentiellement aux reboisements effectués par le service forestier le long de ces cinq années.

Quant aux autres espèces, la dimunition de sa fréquence en passant de 40% en 2011 à 34% en 2016 n'est dû qu'à la date de la prise de l'image satélitaire qui été en mois de mars qui se caractérise par l'abondance de la végétation herbacée.

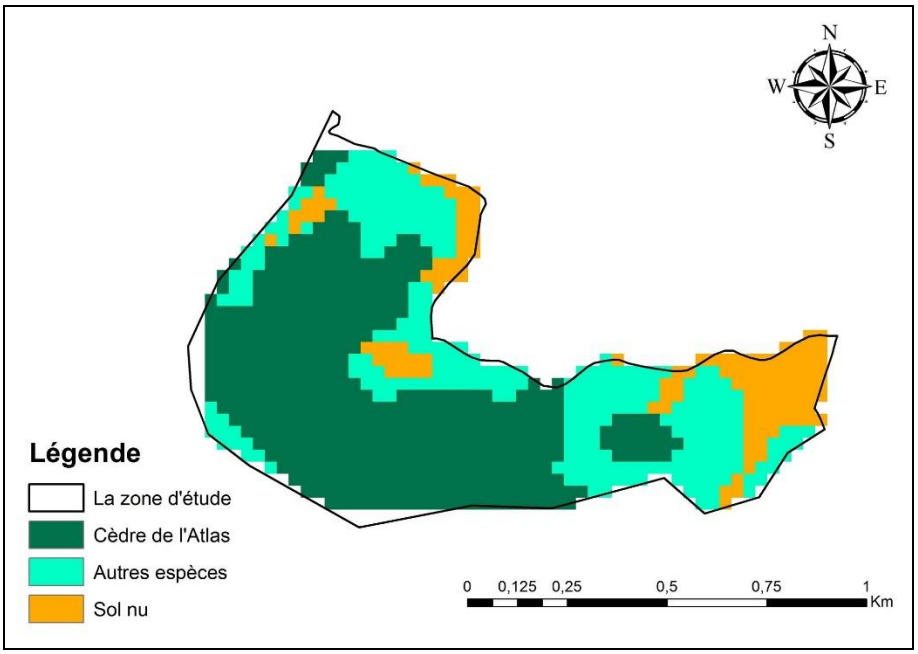


Figure 23 : Etat du canton pepiniere en 2006

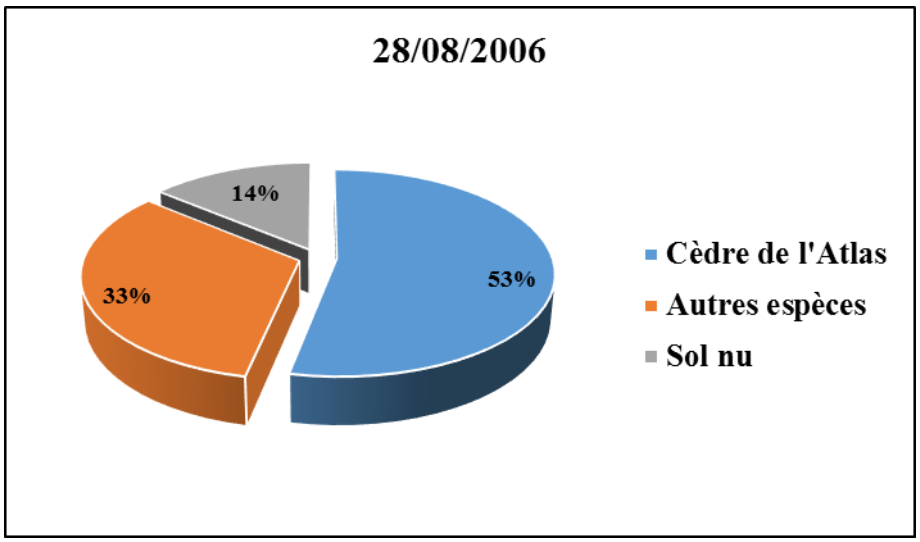


Figure 24: Etat de l'occupation du sol en 2006

A travers les figures 23 et 24 on remarque que la cédraie présente une dégradation importante, soit d'une fréquence s'élevant à 7%, due essentiellement au dépérissement du cèdre

de l'Atlas, un fléau dangereux, qui contribue à la diminution de la superficie occupé par cette espèce noble du nord d'afrique.

Quant à l'augmentation des autres espèces, quoiqu'elle soit écologiquement le remplacement du cèdre de l'Atlas par le chêne vert, or que l'augmentation d'une fréquence de 7% pendant ces cinq années est comprométante à cause de la saison de la prise de l'image. Où la dernière, soit celle de 2011, à été effectuée durant la saison de végétation.

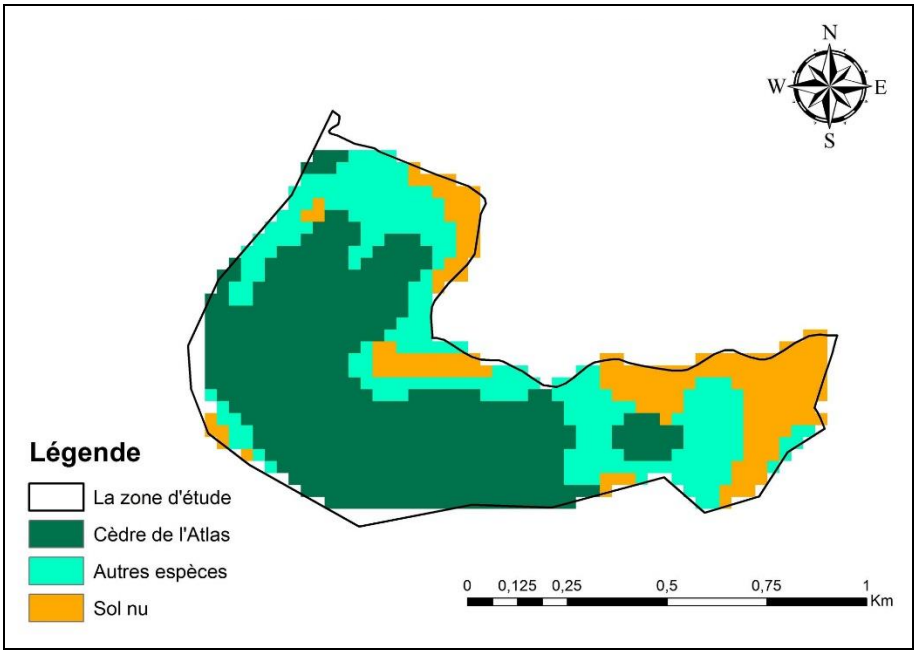


Figure 25 : Etat du canton pepiniere en 2001

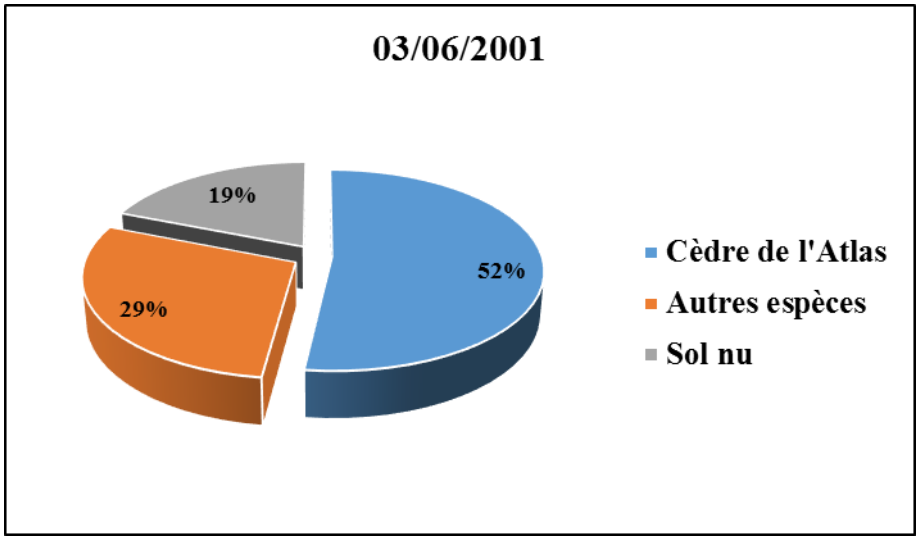


Figure 26: Etat de l'occupation du sol en 2006

Le cèdre de l'Atlas présente à travers les figures 25 et 26 une stabilité en matière d'occupation des sols ; alors que pour les sols nus, il est à remarqué que les autres espèces, essentiellement le chêne vert, la superficie à nettement augmentée. Cela n'explique que

l'augmentation de la superficie occupé majoritairement par le chêne vert. Une situation signalant la dégradation de cette forêt selon la littérature écologique (remplacement d'une espèce noble par une autre plus rustique).

Grace l'analyse comparative entre les années étudiées, il est à conclure, a travers les données cartoghraphiques et les images satelittaires traitées, que la superficie du cédre de l'atlas diminue avec au cours du temps et remplacée par le chêne vert dans une succession écologique régréssive. Cette situation est dû essentiellement au phénomene du dépérissement des arbres de cèdre pour des raison demeurant inconnues où le changement climatique est le premier suspect.

2. Evolution de l'occupation du sol entre 2001-2021

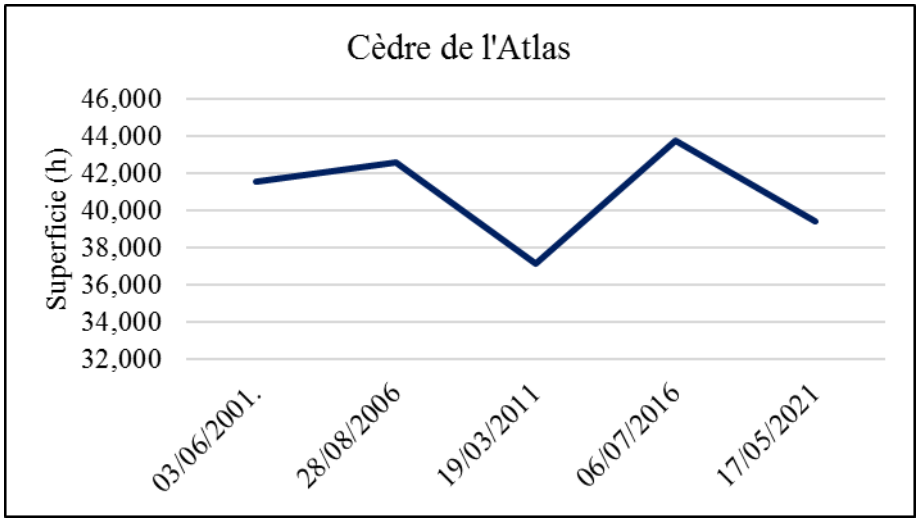


Figure 27: Evolution de la superficie du Cèdre de l'Atlas entre 2001-2021

La figure 27 démontre clairement que la cédraie présente des difficultées de périnnité et que sa superficie diminue de plus en plus (d'environ 42 000 ha en 2001 à 37 000 ha en 2011, soit une perte de 5 000ha en dix ans). Malgré les effort du service forestier qui a contribué à des reboisement de ce contan entre la période 2011-2016 (où la superficie à augmenté d'environ 37 000ha à 44 000 ha) la superficie a diminué une autre fois d'environ 5 000ha. Cette situation n'est autre qu'un indice incitant les services concernés à identifier la causalité du dépérissement de cette essence noble.

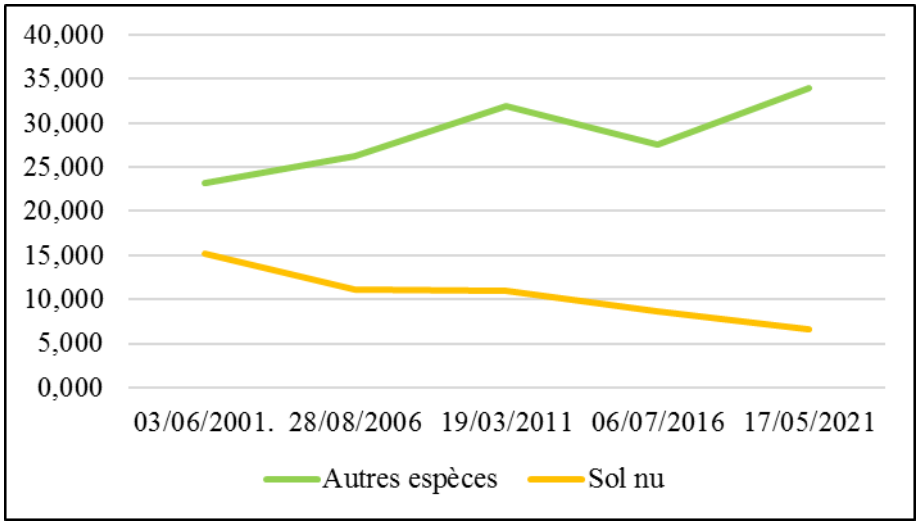


Figure 28: Evolution de la superficie du sol nu et des autres espèces entre 2001-2021

Tableau 4 : la superficie d'occupation de sol dans le période 2001-2021

Année / Essence	03/06/2001	28/08/2006	19/03/2011	06/07/2016	17/05/2021
Cèdre de l'Atlas	41,604	42,612	37,113	43,803	39,404
Autres espèces	23,184	26,208	31,982	27,583	33,998
Sol nu	15,212	11,180	10,905	8,614	6,598
Superficie totale	80 h				

Les autres espèces, à travers la figure 27 et 28 et le tableau 5, prennent de plus en plus l'espace du sol nu (qui à diminué d'environ 15 000ha à environ 6 500 ha) ainsi que celui perdu par le cèdre de l'Atlas. Il est à noter que le chêne vert existe déjà dans la strate arbustive en dessous du cèdre d'une hauteur moyenne d'environ 6 m, donc il suffit que le cèdre disparait le chêne vert et les autres espèces présentes telque le génevrier oxycèdre apparaittent dans les images satélitaires.

2. Les cartes d'occupation NDVI

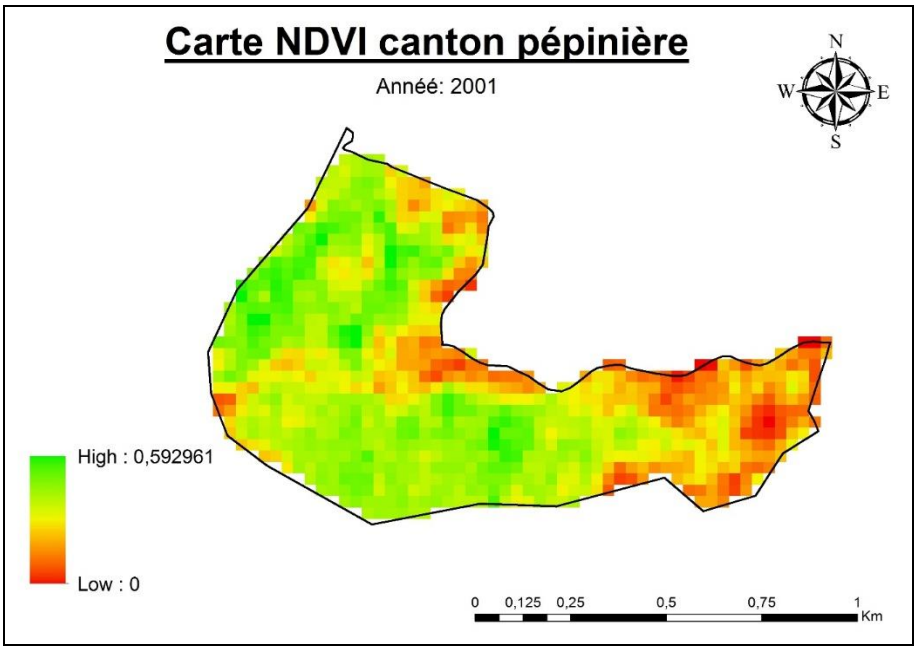


Figure 29 : NDVI 2001

Selon la figure 29, l'indive de végétation le plus élevé (0.59) correspond à la surface occupée par le cèdre de l'Atlas. Cet indice présente une valeur importante qui dévoile une densité importante du cèdre.

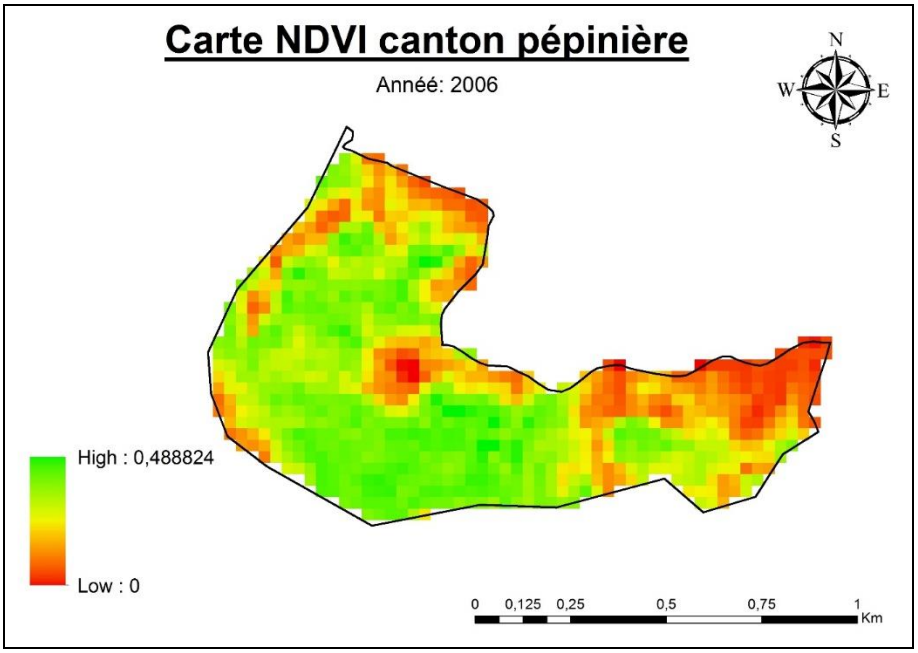


Figure 30: NDVI 2006

La figure 30 dévoile que l'indice de végétation à légèrement diminué mais reste toujours le plus élvé dans la surface occupée par le cèdre.

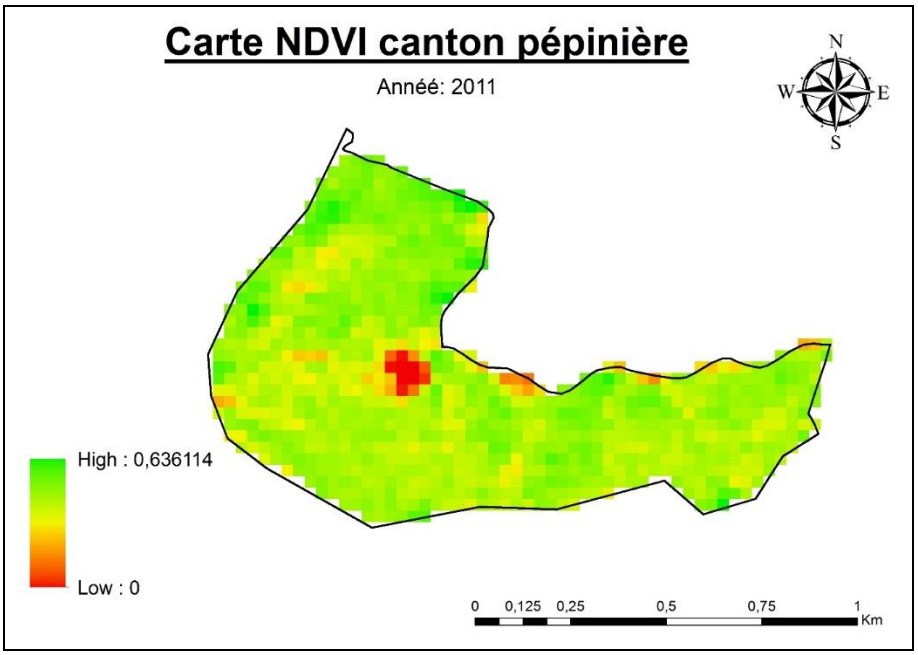


Figure 31: NDVI 2011

La figure 31 est comprométente en matière d'indice de végétation à cause de la saison de prise de l'image satailitaire qui été en mois de mars.

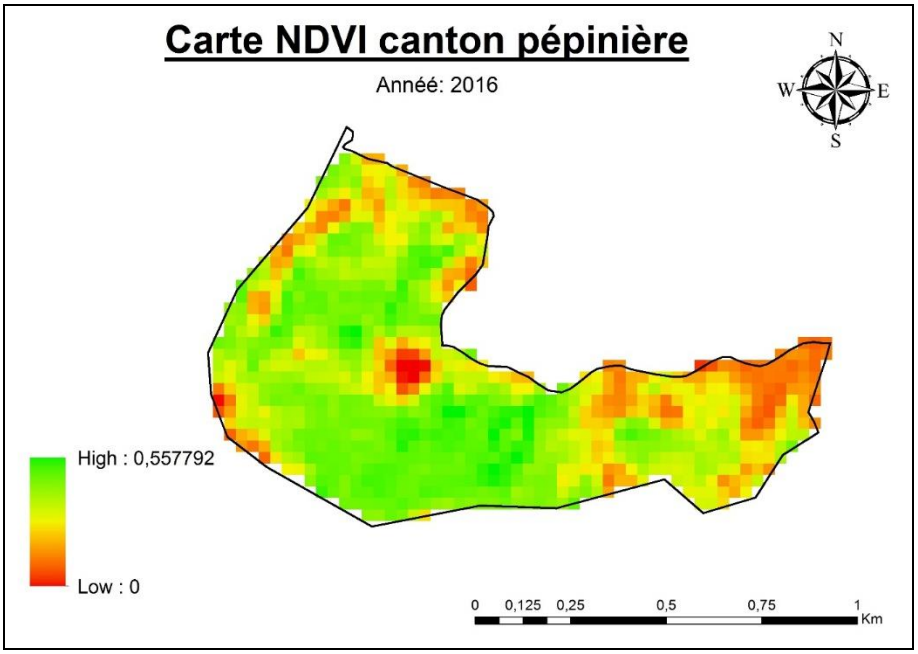


Figure 32: NDVI 2016

La figure 32 démontre que l'indice de végétation le plus élevé occupe toujours la zone couverte de cèdre avec un indice s'élevant à 0.56.

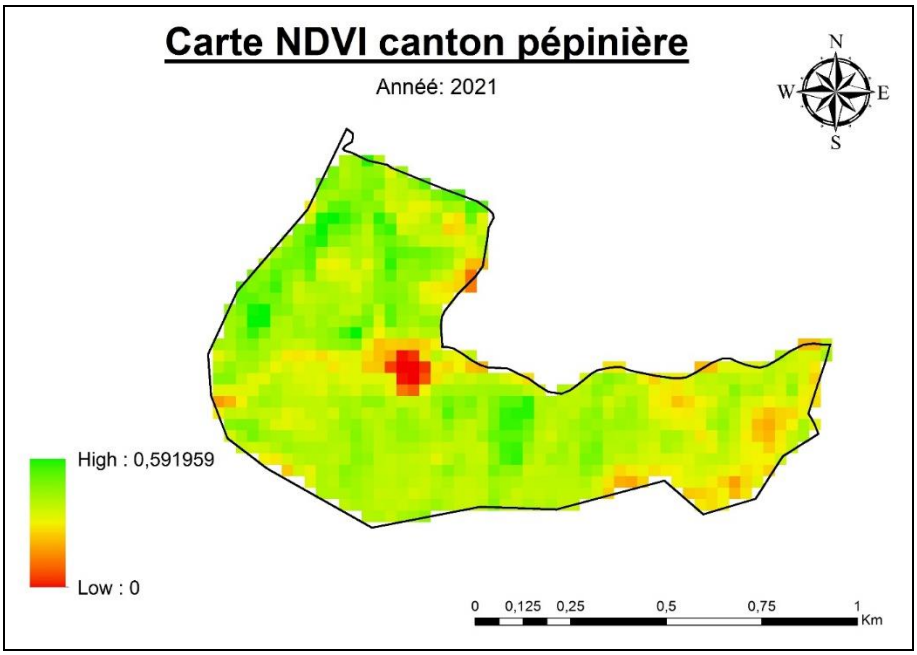


Figure 33: NDVI 2021

La figure 33 démontre, comme les années précédente, un indice de végétation élvé dans la cédraie.

L'indice de végétation NDVI présente une variabilité dans les éspace contenant une végétation variant entre 0.1 et 0.7 selon la densité d'occupation. Dans la zone d'étude, l'indice de végétation s'élève à environ 0.57 ce qui traduit l'existance d'une densité importante du cèdre quelque en dehors de la superficie occupée par cette espèce, quelle soit en augmentation ou en diminution. Cette sitution n'est traduite que par la disposition chaotique des arbres de cèdre issues naturellement avec l'absence totale d'interventions sylvicoles.

Quoique l'indice de végétation est important, cela ne reflète que le fait que cette disposition chaotique des arbres de cèdre, qui présente un espacement entre arbre variant de moins de cinq mètres à plusieur dizaines de mètres, pourrait être à l'origine du dépérissement en jouant le rôle d'un facteur prédisposant. D'ailleur (TALEB, 2017) suggère que la disposition aléatoire du cèdre est le premier facteur affaiblissant la vigueur des arbres de cèdre.

Conclusion

Conclusion :

Le parc national de Theniet el had, l'une des plus belles cédraies de l'Afrique du nord, est d'une valeur écologique et économique non négligeable, appartenant à l'étage bioclimatique sub-humide à hiver fois. Présente aujourd'hui une dégradation fortement accélérée où l'espèce noble du cèdre de l'Atlas est remplacée par des espèces d'une valeur moindre tel que le chêne vert, le genévrier oxycèdre et le pin d'Alep.

Il est à conclure à partir de ce travail que la superficie du cèdre de l'Atlas à diminuée d'une façon importante durant la période s'étalant entre 2001 et 2021 où elle a passé d'environ 42.000 ha en 2001 à environ 39.000 ha en 2021, soit une perte de 3.000 ha, malgré les reboisements effectués entre 2011 et 2016.

Le chêne vert principalement ainsi que les autres espèces qui se présente dans les basses altitudes du canton pépinière prennent de plus en plus la place du cèdre où leurs superficies a passée d'environ 23.000 ha à environ 33.000 ha entre 2001 et 2021, soit une augmentation de 10.000ha. Une situation nécessitant une révision dans la politique de gestion de ce parc.

L'application de l'indice de végétation (NDVI) présente le long de la période 2001-2021 une moyenne d'environ 0.57 ce qui explique une densité non négligeable quel que soit la variation de la superficie de la cédraie. Cette situation n'est expliquée que par la disposition chaotique des arbres de cèdre dû à l'absence totale d'interventions sylvicoles ce qui fragilise la vigueur des arbres qui finiront par devenir des arbres totalement dépéris.

Face à cette contrainte alarmante, l'intervention rapide du service forestier pour atténuer la gravité de la situation et la retrouvaille des solutions rapides et efficaces pour la préservation de ce paradis est hautement appréciée.

Il souhaitable que ce travail fera l'objet d'une base de données importante pour la réalisation de future recherche.

Références Bibliographique

Références Bibliographique :

- Abdelhamid D, 1999. Etude bioécologique de l'entomofaune du cèdre de l'atlas. Cedrus atlantica Manetti (1844) dans la cédraie de Theniet El Had Algérie. Thèse. Magister. I.N.A. Alger, 106p.
- Abdessemed k., 1981. Le cèdre de l'Atlas (Cedrus atlantica .Manetti) dans le massif des Aurès et de Belezma : étude phytosociologique, problème de conservation et d'aménagement. Thèse Doctorat. Fac. St. Jerome, Marseille:199p.
- Allen ‹CD. 2009. Le dépérissement des forets dû au climat : un phénomène planétaire croissant ?Unasylva 231/232. Vol 60: 43-49.
- Batel d, 1990 -Contribution à l'étude de la productivité de Cedrusatlantica Manetti en relation avec la station écologique. Application au parc national de Theniet El Had.Theseing ., INA, Alger, 62p.
- Becker M, Picard j-F, Timbal J, 1983. Les arbres. Ed. Masson. Paris ‹141p.
- Belkaid B, 1988 -Etude phyto écologie et possibilité d'amélioration dans la cédraie du parc national de Theniet el Had. Thèse Ing, ITA, Mostaganem, 46p.
- Bonneau, M. Landmann, G. Garbaye, J. Ranger, J. Nys, C. 1994. Gestion et restauration de la fertilité minérale des sols. Revue forestière française. XLVI, numéro spécial « les dépérissements forestiers : causes connues et inconnues » : 579 -585.
- Boudy P, 1950 -Economie forestière nord-africaine. La rose, Tome 2, Fascicule II, Paris, 878p.
- Boudy P, 1952. Guide du forestier en Afrique du nord Ed. Maison Rustique. Paris, 505p.
- Boudy, P. (1950). Economie forestière nord-africaine. Tome 02.Monographie et traitements des essences forestières. Larose. Paris. 878p.
- Chai R et Kerrour F, 2015, contribution à l'étude de la diversité floristique au niveau de Parc National Theniet El Had « Partie Nord-Ouest du canton Pépinière »de canton pépinière. Mémoire de Master. UDBKM. Pp 20-30.
- Debazac e-F, 1964. Manuel des conifères. Ecole Nationale des eaux et des forêts Nancy, 172p.

- Derridj A, 1990. Etude des populations de Cedrus atlantica Manetti en Algerie Thèse doctorrat. P. SABATIER (France), 282p.
- DGF, 2005. Etat des forets en Algérie, 2005. Première réunion du Comité de pilotage du «Réseau des parcs –INTERREG IIIC Sud »Naples-Italie, du 29 janvier au 1er février 2005.
- Dykstra D.P. (1996). Système d'information appliquée à la foresterie. Revue international des forêts et des industries forestières (FAO). Vol. 47, No. 189.
- Emberger L, 1960. Les végétaux vasculaire.Tome2. Ed. Masson & Cie, 682p.

  For. n°48 : 321-332.
- Fourrier ‹ A. 2007. Mise en relation des facteurs stationnelles et bioclimatiques avec le dépérissement des sapinières du Mont Ventoux. Paris: INRA Cedex, 19p.
- Gael TCHIOFFO KODJO 2008 , ESIG PARIS - Complexe Universitaire SIANTOU Yaoundé - Master en Informatique Approfondie à la Gestion 2008.
- Garrec ‹ JP. Laitat, E. Richardin, I. Rose, C. 1991. Dépérissement forestier et perturbations minérales aux niveaux histologiques et cellulaire dans les aiguilles de Picea abies L. étude par microanalyse X. Ann. Rech.
- Gaussen H, 1967. Les gymnospermes actuelles et fossiles. Faculté des sciences de Toulouse, Fasc. 7, 477p.
- Haddar, L. (2007). Analyse qualitative et quantitative de l'entomofaune de la cédraie du parc national de Chréa (Blida).These.magi, INA, El-Harrach. Alger, 114p.
- Hadjadj m.F. (2011). Apport des SIG et des images satellites pour la cartographie numérique de la Forêt de Chettabah (Wilaya de Constantine). (Modélisation climatique et Classification). Thèse de Magister. Univ, El hadj Lakhdar, Batna. Pp 6-7,10-25.
- Hadji O, 1998 -Contribution à l'étude éco physiologique du cèdre de l'Atlas (Cedrus atlantica Manetti) au parc national de Theniet El Had (wilaya de Tissemsilt).Thèse magister, INA, Alger, 147p.
- Kadik B, 1987 – Contribution à l'étude du pin d'Alep (Pinus halepensis Mill) en Algérie: écologie; dendrométrie ‹ morphologie. Office des publications universitaires (Alger) 580p.
- Laboratoire de cartographie appliquée -Élisabeth HABERT -IRD – 2000.

- Les komplekt, 1984 -Etudes et projets pour la mise en valeur des terres ‹ aménagement des forêts et des parcs nationaux dans le massif "Ouarsenis". LESCOMPLEKT ‹ Vol.20, Bulgarie, 120p.
- Levy ‹G. ‹Delatour, C., Becker, M. 1994. Le dépérissement du chêne des années 1980, dans le centre de la France, point de départ d'une meilleure compréhension de l'équilibre et de la productivité de la chênaie. Revue forestier française, XLVI, numéro spécial « les dépérissements d'arbres forestiers : causes connues et inconnues : 495-503.
- Mairif M. (2013) -La typologie de la cédraie du Parc National de Théniet El Had, Un outil de description au service des gestionnaires forestiers. Mémoire de Magistère en sciences Forestières ‹ Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen (Algérie), 144p.
- MAP. 2007. dépérissement des reboisements résineux du sud massif central. Etat des lieux et propositions d'analyse. ONF. CRPF.PURPAN. 53 p.
- Mouna, M. 2009. Phaenops marmottani Fairmaire (Coleoptera Buprestidae) xylophage primaire pour le cèdre de l'Atlas (Cedrus atlantica Manetti). Institut scientifique, Rabat (Maroc). n˚31 : 85-90.
- Mouna, M. 2009. Phaenops marmottani Fairmaire (Coleoptera Buprestidae) xylophage primaire pour le cèdre de l'Atlas (Cedrus atlantica Manetti). Institut scientifique, Rabat (Maroc). n˚31 : 85-90.
- Nageleisen, L-M. 2008. Actualités sur le dépérissement du chêne. France : DSF. 7p.
- Nageleisen, L-M., Reuter, J-C.2007. Dépérissements de hêtre : retour sur les situations de crise de la hêtraie au cours de la dernière décennie. France : DSF. 7p Sûn, date d'envoi : Aujourd'hui, à 16:16
- Parc National de Theniet El-Had, 2002 - Plan de gestion (2002-2007), Phase A approché descriptive et analytique, 78 p.
- Parc National de Theniet El-Had, 2006 -Atlas des parcs nationaux algériens. Alger: ED-DIWAN, 98p.
- Parc National de Theniet El-Had, 2012 -Les ressources naturelles du parc national.
- Parc National de Theniet El-Had, 2013: http://www.kherdja.com/detail-guide/5600-parc-national-de-theniet-el had.html

- Rabia.Yet Cherif.S, 2019 ; la cartographie des changements de l'occupation des sols à partir des images satellitaires Cas de Parc National de Theniet el Had (Cantons Kef Sachine et Sidi Abdoun) Wilaya de Tissemsilt, Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master en Sciences de la Nature et de la Vie, Spécialité : Ecologie et Environnement.
- Requardt, A. Poker, J. Köhl, M. Schuck, A. Jausse, G. Mansar, R, Païvinen, R.2007. Etude de faisabilité sur les moyens de lutte contre le dépérissement forestier dans l'union Européenne. BFH, EFI, 84p.
- Stewart P, 1969 -Quotient pluviométrique et dégradation 25.
- Taleb 2017,Etude de l'influence et de l'état de sociabilité des tiges sur le dépérissement du cèdre de l'Atlas Cedrus atlantica Manetti dans le parc national de Theniet el Had « Algérie »
- Vennetier, M. 2012. Changement climatique et dépérissements forestiers. In Corvol A. Changement climatique et modification forestière, CNRS, Paris. 50-60.
- Yessad S-A, 1988 -Contribution à l'‟étude éco-dendrométrique du Pinus halepensis Mill. Dans la zone Sub-humide littorale. Centre : cas du foret de Taourira (Cherchell). Thèse Magister، INA، Alger, 138p.
- Zedek M, 1993 - Contribution à l'étude de la productivité du Cedrus atlantica Manetti. (Cèdre de l'Atlas) dans le parc national de Theniet el Had. Thèse Magister, INA,Alger, 175p.
- Zeraoula H et Benhannour A ; 2014.Cartographie des grands types de végétation par la télédétection spatiale dans le Parc National Theniet El Had ' canton pépinière'. Mémoire de master. UDBKM. p33.
- Ziane A, 2013. Cartographie des états de surface et évaluation des risques de la salinisation des sols de la plaine du Bas Cheliff par couplage entre la télédétection et le Modèle Numérique de Terrain Thèse Magister USTHB.6P.
- Zmirli M 2006, Contribution--l-etude-ecodendrometrique-du-Cedrus-atlantica-Manetti-cedre-de-l-Atlas-deperissement

Annexes

Annexe1 : photos du dépérissement du cèdre de l'Atlas





