



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique
Centre Universitaire El-wancharissi de Tissemsilt



Institut de Sciences et de la Technologie
Département des Sciences de la nature et de la vie

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme
de Master académique en
Filière : **écologie et l'environnement**
Spécialité : **protection des écosystèmes**

Présenté par : **M^{elle}. DEKIOUS Habiba**
M^{elle}. OUAKED Fatima

Thème

La dendrochronologie dans l'étude de l'impact sur
l'évolution du dépérissement du cèdre
(*Cerdrus atlentica manetti*)
dans le parc national de Theniet El Had Tissemsilt

Soutenu le :

Devant le jury

Président de jury	Mme.MESBAH Amel	MCB	C.U Tissemsilt
Examineur	M. MAIRIF Mohamed	MAB	C.U Tissemsilt
Encadreur	M.OUABEL Habib	MAA	C.U Tissemsilt

Année universitaire : 2019-2020

Remerciement

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, de nous avoir donné la capacité et la patience *d'accomplir ce modeste travail.*

Nous tenons à remercier très profondément notre encadreur **Mr. OUABEL Habib** pour avoir encadré et dirigé ce travail avec compétence et efficacité et avec une grande rigueur scientifique. Aussi pour *son entière disponibilité son aide sa patience*, et qui n'a cessé de nous encourager avec ces conseils précieux tout le long de ce travail,

Nous exprimons également notre gratitude aux membres de notre jury composé de :

Mme MESBAH Amel pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant d'avoir assuré la présidence de notre jury et

M.MAIRIF Mohamed pour nous avoir fait l'honneur d'accepter d'être l'examineur de ce travail

Nous adressons nos sincères remerciements à Mr **BELKAID Boualem** conservateur principale des forêts, Mr **KHEMACHE Abdelkader** chef de département protection des ressources naturelles, Mr **CHERIER Hamide** TS en informatique et Mr **NIAF Nourredine** gardien et tout le personnel du parc national de Theniet El Had

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mes parents adorés

à mes deux chers frères et

à toute ma famille

DEKIOUSHabiba

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke at the end, positioned below the printed name.

Dédicace

Je dédie ce travail à mes parents

Je dédie ce mémoire à toute ma famille,

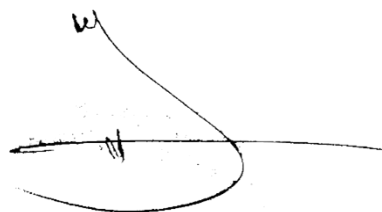
ma sœur et surtout sa fille Tasnim et ces enfants Sofiane, Samy

A tous mes amies Khadidja, Faiza et Youcef Rabia, mes frères

*Enfin je dédie ce modeste travail à tous qui ont contribué de
proche et de loin pour la*

Réalisation de ce mémoire

OUAKED Fatima

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'OUAKED Fatima', with a stylized flourish at the end.

Sommaire

Remerciement

Dédicace

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale 1

Chapitre I : Histoire et monographie de cèdre de l'atlas

I.1.Introduction 4

I.2. Historique et monographie des cédraies en Algérie..... 4

I.3. Systématique 6

I.4.Les aires de répartition géographique du cèdre de l'atlas 6

I.5. Aire d'introduction du cèdre de l'atlas..... 7

I.6. Ecologie du cèdre de l'atlas 8

I.6.1. Altitude..... 8

I.6.2.Exposition 8

I.6.3.Climat 9

I.6.3.1.Températures 9

I.6.3.2.Précipitations 9

I.6.3.3.Etages bioclimatique 9

I.6.4. Sol 9

I.7. Caractères botaniques et forestières 10

I.7.1. Port 10

I.7.2.Ecorce..... 10

I.7.3. Feuilles 11

I.7.4.Système racinaire	12
I.7.5.Organes reproducteurs.....	12
I.7.6.Fruits	12
I.7.7.Graines	13
I.8 Les ennemis du cèdre de l’atlas.....	13
I.8.1. Les insectes	13
I.8.1.1.Les insectes mangeurs des feuilles (defoliateurs)	13
I.8.1.2.Les insectes mangeurs de graines.....	14
I.8.1.3. Les insectes suceurs du sève	14
I.8.2.Les incendie.....	14
I.8.3.Les animaux	14
I.8.4.l’homme	14
I.9. Le dépérissement forestier dans le monde	15
I.9.1.Le dépérissement forestier en Algérie.....	15
I.9.2 .Symptômes du dépérissement	16
I.9.3.Causes de dépérissement des arbres forestiers.....	18

Chapitre II : La dendrochronologie

II.1. Introduction.....	20
II.2. Domaines d’étude de la dendrochronologie	20
II.3. Les échantillons de bois	21
II.4. La rondelle	21
II.5. Préparation des échantillons	22
II.5.1.Séchage des échantillons.....	22
II.5.2 Ponçage	22
II.6.Les principes de la dendrochronologie	23
II.6.1. Le principe d’uniformité	23
II.6.2.Le principe du facteur limitant.....	23
II.6.3.Le principe de l’amplitude écologique	23

Chapitre III : l'expérimentation

III.1. Présentation de la zone d'étude	25
III.1.1. Historique	25
III.1.2. Cadre Physique	26
III.1.2.1. Situation géographique	26
III.1.2.2. Délimitation et superficie	26
III.1.2.3. Aspect topographique	27
III.1.2.3.1. Relief	27
III.1.2.3.2. L'altitude	28
III.1.2.4. Aspect pédologique	28
III.1.2.5. Les ressources hydriques	29
III.1.2.6. Aspect Géologique	30
III.1.3. Le climat	30
III.1.3.1. Régime thermique.....	30
III.1.3.2. Régime pluviométrique	32
III.1.3.3. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen	33
III.1.3.4. Calimagramme d'emberger	34
III.1.4. Caractéristique floristique.....	34
III.1.5. Faune	35
III.1.6. Actions anthropiques	36
III.1.6.1. Surpaturage.....	36
III.1.6.2. Incendies	36
III.1.6.3. Tourisme	37
III.1.7. Dépérissement	38
III.1.8. Régénération.....	38
III.2. Matériels et méthodes.....	39
III.2.1. Choix de station	39
III.2.2. Matériels biologique	39

III.2.3. Calendrier des sorties.....	39
III.2.4. Echantillonnage	39
III.3. Résultats et discussion.....	41
III.3.1.Résultats	41
III.3.2.Discussion.....	42
Conclusion	45

Annexes

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des abréviations

P N T H : Parc National Theniet el **H**ad

Q₂ : Quotient d'EMBERGER

INRA : Institut National de la **R**echerche **A**gronomique

INRF : Institut National de la **R**echerche **F**orestière

R: Originale ,Prise Personnelle

Liste des figures

Figure 01 : Localisation du CedrusatlanticaManetti en Algérie.....	7
Figure 02 : écorce d'un arbre.....	11
Figure 03 : Feuille d'un arbre	11
Figure 04 : Pied en état C0	17
Figure 05 : Pied en état C2	17
Figure 06 : Pied en état C3	17
Figure 07 : Situation du Parc national de Theniet el Had en Algérie	27
Figure 08 : Situation du parc national de Theniet El Had dans la wilaya de Tissemsilt.	27
Figure 09 : Carte des sols du Parc National de Theniet El Had	28
Figure 10 : Carte hydrographique du Parc National de Theniet El Had	30
Figure 11 : Graphe de la température mensuelle du Parc National de Theniet El Had	31
Figure 12 : Diagramme de la température mensuelles du Parc National de Theniet El Had ..	31
Figure 13 : Diagramme pluviométrique du Parc National de Teniet El Had	32
Figure 14 : Histogramme de la précipitation mensuelles du Parc National de Theniet El Had	32
Figure 15 : diagramme ombrothermique de bagnouls et gausсен de Parc National de Theniet El Had	33
Figure 16 : Projection de la zone l'étude dans le quotient d'EMBERGER.	34
Figure 17 : La végétation dans le parc national de Theniet al Had	35
Figure 18 : carte de la station d'étude (canton pépinière)	39
Figure 19: Tronçonneuse utilisée pour la coupe.....	40
Figure 20: Cerne coupé d'un pied en voie de dépérissement.....	40
Figure 21 : diagramme de l'âge de l'arbre en fonction de la largeur des cernes.....	41
Figure 22: Nuage de points qui représente l'effet des années sur la largeur des cernes (1955 à 2020) dans Parc National de Teniet El Had	42

Liste des tableaux

Tableau 01 : Les contons du parc national de theniet el had leurs noms commun et coordonnées.....	29
Tableau 2: Incendies enregistrés et signalés dans le parc national de Theniet el had durant la période 1995-2004.	37
Tableau 3 : tableau regroupe l'âge de l'arbre et la largeur des cernes	41

Introduction générale

Introduction générale

Introduction générale

L'Algérie fait partie intégrante du bassin méditerranéen, l'un des berceaux des plus anciennes civilisations au monde et l'une des régions où les ressources naturelles (faune, sol, végétation) ont fait l'objet de sollicitations précoces. Ce qui n'a pas été sans répercussions sur leur bon état et leur pérennité.

Comme dans toute la région méditerranéenne, l'Algérie a connu des agressions humaines contre son milieu naturel et par conséquent une destruction de la flore et de la faune. (**LOUNI, 1994**).

" Situées dans une zone où l'impact humain s'est poursuivi, les forêts méditerranéennes ont été le plus souvent pillées voire détruites par les civilisations successives qui ont trouvé des matériaux indispensables à la survie ou qui les ont considérées comme un obstacle à leur développement" (**QUEZEL1976**).

Les travaux de **MAIRE** en 1925 repris par **PEYERIHMOFF** en 1941 et **KADIK**, 1987 ont montré que la surface primitive s'élève à 7.3 1 8.000 ha contre 2.9 1 0.000 ha actuellement. Le taux de boisement est donc passé de 7, 17 % à 11 %. L'actualisation de ces chiffres est menée par le BUREAU NATIONAL DES ETUDES FORESTIERES qui met au point l'inventaire national forestier (Plusieurs régions ont déjà été inventoriées). **BOUDY** en 1955 montre que la superficie forestière est de 3.800.000 ha.

Selon **QUEZEL** en 1985 : l'étendue forestière (forêts + maquis) est de 3.000.000 ha . Ces valeurs doivent être considérées avec beaucoup de réserves, ce qui est intéressant est d'avoir une idée la plus générale possible.

Une estimation grossière des principales essences regroupée dans le tableau N01 (**voir annexe**)

En Algérie, la surface couverte par le cèdre est très restreinte et son aire est disjointe. Les données sont très hétérogènes et les carences sont liées principalement à l'insuffisance des inventaires forestiers. Les derniers aménagements forestiers datent de 1984 et n'ont pas été renouvelés. D'après Quézel (1998), la surface du cèdre ne dépasse guère les 30 000 hectares. (**BENTOUATI 2008**)

L'aire naturelle du cèdre de l'Atlas est très disjointe. Il occupe les montagnes de l'Afrique du nord et plus précisément celles du Maroc et de l'Algérie. Son aire de distribution en Algérie est très morcelée ; en effet, elle se présente en îlots dispersés d'importance inégale (**ABDELHAMID ET AL2017**) .

La cédraie de Theniet el had, accusant un dépérissement depuis l'année 1984, reste encore soumise à ce grave fléau oil plus de 3000 cèdres ont été signalés dépéris sans pour

Introduction générale

autant cerner la véritable cause à l'origine de ce déclin. Cette cédraie, longtemps admirée par sa beauté naturelle au point oil(**BOUDY1950**) la qualifia comme étant « l'une des belles curiosités naturelles de l'Algérie », a été le premier parc à être créé en Algérie pendant la période coloniale soit en l'an 1923.

Notre travail contient trois chapitres

Chapitre I historique et monographie de cèdre d'atlas

Chapitre II La dendrochronologie

Chapitre III l'expérimentation

Et porte sur la cédraie du Parc national de Theniet El Had, qui, depuis trois décennies, connaît une forte mortalité des arbres au sein des peuplements naturels.

Selon **MANION (1991)**, « le dépérissement est un phénomène causé par un ensemble de facteurs interagissant et se succédant d'une façon particulière, et qui entraînent une détérioration générale, et graduelle, se terminant souvent par la mort de l'arbre »

Notre objectif consiste à approfondir les connaissances sur ce phénomène par l'approche de la dendrochronologie qui vise à comprendre la relation entre divers facteurs et la mortalité des arbres ainsi que ,et enfin à étudier l'évolution de la croissance radiale et l'état de santé des arbres dépéris au cours des deux derniers siècles.

Problématique

Dans le contexte du dépérissement des forêts survenu au cours des années 1970, le dépérissement avait initialement été attribué à la pollution atmosphérique (dépôts acides et ozone) (**BONNEAU ET LANDMANN, 1988 ; FUHRER, 1990**). Par la suite, plusieurs hypothèses ont été avancées comme causes de ce phénomène : sécheresse prolongée (**BECKER, 1987**), déficit nutritionnel (**LEBOURGEOIS ET AL, 1997**), insectes parasites et agents pathogènes (**BOUHOT-DELDUC ET LEVY, 1994**) et, à un moindre degré, actions sylvicoles inappropriées (**CAMARERO ET AL., 2011**). Dans plusieurs régions du monde, le dépérissement des forêts semble étroitement cor-rélé avec les changements climatiques (**ZIMMERMANN ET AL., 2015 ; GAZOL ET AL., 2017**).

Chapitre I :

*Histoire et monographie de
cèdre de l'atlas*

I. Histoire et monographie de cèdre de l'atlas

I.1.Introduction

Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) est une espèce originaire d'Afrique du nord qui a toujours suscité un intérêt important en raison de ses nombreuses qualités forestières; le maintien d'un équilibre biologique, sa faible inflammabilité, sa production de bois de qualité, un port remarquable et esthétique

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 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).

I.2. Historique et monographie des cédraies en Algérie

En Algérie, le cèdre se trouve dans le centre et l'est, dans huit stations discontinues, réparties sur les Atlas tellien et saharien.

L'Atlas tellien, en situation sublittoral, constitue le premier site d'étude, avec d'abord le massif de Chréa dans l'Atlas blidéen, puis le massif du Djurdjura, longue chaîne d'une cinquantaine de kilomètres de long qui occupe la partie centrale de l'Atlas tellien. Le mont Babor fait suite à la chaîne du Djurdjura dans la partie orientale de l'Atlas tellien. En situation semi-continentale, dans l'Ouarsenis, le djebel El Meddad, ou mont des Cèdres, constitue le principal chaînon du Tell occidental.

Au plan lithologique, les forêts de cèdres sont localisées sur des substrats divers : grès numidiens dans l'Ouarsenis (YAHY, 2008), schistes du Crétacé inférieur plus ou moins argileux par endroits dans l'Atlas blidéen (ZAÏDI, 2002), calcaire et dolomies du Lias inférieur dans le Djurdjura (QUEZEL, 1957), calcaire, marnes et schistes dans les Babors (QUEZEL, 1956 ; MARIN ET AL., 1986), grès blancs et dolomies dans les Aurès, mais aussi calcaires et conglomérats (ABDESSEMED, 1981). Les sols, d'épaisseur variable, sont de type brun évolué forestier.

Du point de vue climatique, les cédraies septentrionales de l'Atlas tellien (Théniet El Had, Atlas Blidéen, Djurdjura, Babor) reçoivent une pluviométrie moyenne variant de 540 mm/an dans l'Ouarsenis jusqu'à 2 440 mm/an sur le sommet des Babors. Elles se placent dans le bioclimat humide à perhumide variante thermique à hivers frais à froids, voire très froids, exception faite du massif de Théniet El Had (Ouarsenis), semi-continentale, qui est caractérisé par un bioclimat subhumide à humide, variante à hivers frais à froids (YAHY, 1995). Pour les méridionales de l'Atlas saharien (Aurès et Belezma), dont la continentalité est infiniment plus accusée, les précipitations oscillent entre 450 et 950 mm/an (Tableau I). Ce sont les seules stations de cèdre d'Afrique du Nord soumises à un bioclimat semi-aride sur leur façade sud. Sur les versants nord, le bioclimat dominant est le subhumide variante à hiver froid (ABDESSEMED, 1981).

Les limites altitudinales inférieures de l'ensemble des cédraies étudiées sont de l'ordre de 1 000 m et les limites supérieures de 2 000 m, ce qui les situe en majorité dans la partie supérieure de l'étage supra-méditerranéen et la partie inférieure de l'étage montagnard méditerranéen.

L'analyse phytogéographique comparée de (MAIRE 1926), QUEZEL & SANTA (1962-1963),

Barry et al. (1974) placent les cédraies de l'Atlas tellien dans le domaine maghrébin méditerranéen, secteurs numidiens et algérois. Celles de l'Atlas saharien sont rattachées au domaine mauritanien steppique, secteur du Sud constantinois. IN YAHY, ET AL 2008

I.3. 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, *Cedrusdeodora*, le cèdre de l'Himalaya comme son nom l'indique est une espèce himalayenne. Les trois autres sont : *Cedrusatlantica*(cèdre de l'Atlas), *CedrusLibani* (cèdre du Liban) et *Cedrusbrevifolia*(cèdre de Chypre).

I.4. Les aires de répartition géographique du cèdre de l'atlas

Originnaire des hautes montagnes de l'Algérie et du Maroc, le cèdre de l'Atlas occupe une aire de répartition très morcelée (**BOUDY, 1950**). Sa superficie est plus importante au Maroc, où il occupe près de 120.000 ha, localisée sur quatre blocs : le Rif, le Moyen Atlas central et oriental, et le Haut Atlas (**M'HIRIT, 1994**). En Algérie, sa superficie avoisine 27.000ha, et occupe les monts des Aurès, Djurdjura, l'Atlas Blidéen, l'Ouarsenis et les Babors(**DERRIDJ, 1990**)

Ce morcellement est lié essentiellement aux variations climatiques passées (**CHEDDADI, 2005**) et l'action de l'homme (**YAHY ET MEDIOUNI, 1997**). En effet, les études palynologiques montrent que l'aire naturelle de cette espèce avant et durant le début de l'holocène était plus étendue qu'actuellement (**SALAMANI, 1991 ; CHEDDADI, 2005**).

Ces auteurs (**BENTIBA ET REILLE, 1978 ; ROUBET, 1978 IN CHEDDADI, 2005**) montrent que le cèdre était présent en Tunisie depuis au moins 40.000 B.P. Ils indiquent également qu'il a atteint son aire optimale dans l'Afrique du Nord vers 24.000 B.P, en raison de la baisse des températures hivernales au dessous d'un seuil de 5°C. En revanche, une augmentation des températures de l'ordre de 2°C durant le début de l'holocène semble avoir empêché son expansion (**CHEDDADI, 2005**).

En Algérie, **SALAMANI (1991)** a montré l'existence de cette espèce sur les sommets de l'Akfadou avant 7000BP, puis remplacée par la chênaie caducifoliée. Cela suppose un

léger abaissement d'étage de végétation, les températures seraient légèrement plus basses qu'actuellement.

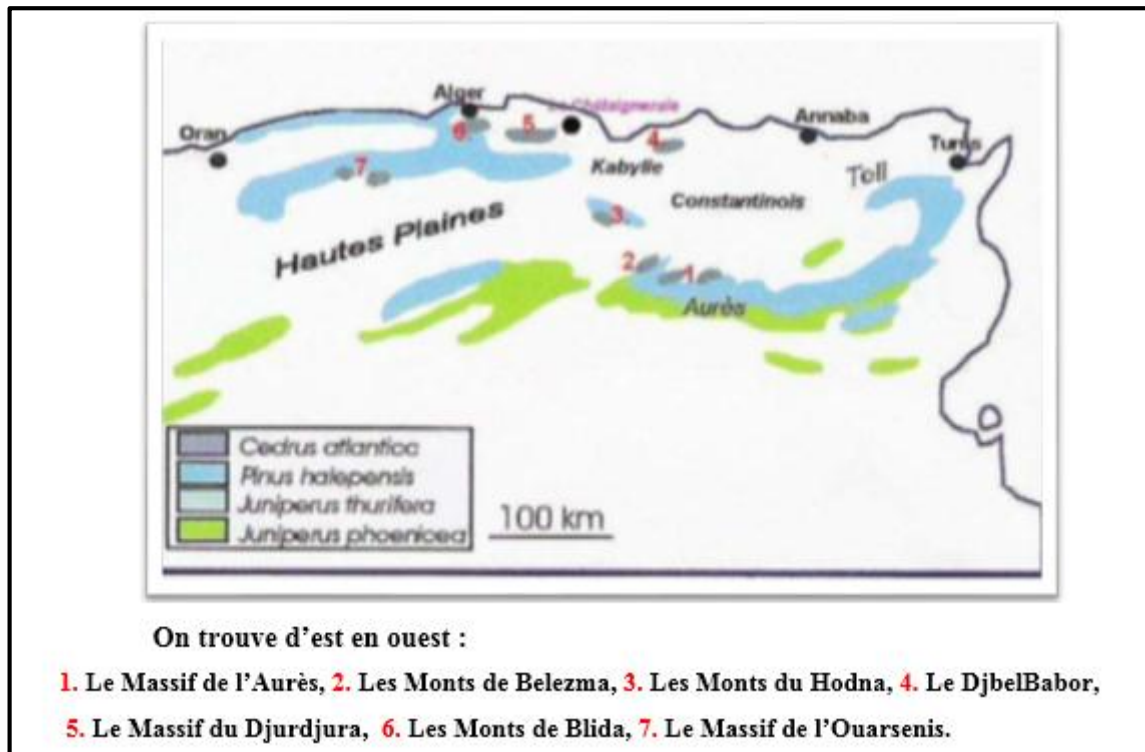


Fig. 1 : Localisation du *Cedrusatlantica*Manetti en Algérie(ROCHE, 2006 modifie in DEMARTEAU, 2006)

I.5. Aire d'introduction du cèdre de l'atlas

Hormis son aire naturelle, le cèdre de l'Atlas a été introduit dans plusieurs régions du monde, notamment les pays circumméditerranéens (TOTH, 2005). En France, le cèdre était introduit en 1862, comme essence de reboisement surtout en région méditerranéenne. Il couvre actuellement près de 20.000 ha, dans un bon état de conservation et de régénération (TOTH, 2005). Par ailleurs, le cèdre de l'Atlas a été introduit en Bulgarie vers la fin de XIX siècle, son succès est assez bon (DELKOV ET GROZEV, 1994). En Tunisie, l'introduction de cette espèce remonte à une époque assez récente (début des années 1960), les premiers résultats de l'acclimatation montrent une adaptation satisfaisante et une croissance convenable (DAHMAN ET KHODJA, 1994).

I.6. Ecologie du cèdre de l'atlas

I.6.1. Altitude

Le cèdre de l'Atlas est une espèce montagnaise, donc l'altitude présente un facteur essentiel de sa répartition.

PUJOS (1966) cité par **BOUAKALINE** et **DEHLILIS (2013)** note qu'il existe trois types de cédraies selon l'altitude :

- Les cédraies de basses altitudes situées entre 1800 et 1900m.
- Les cédraies de moyennes altitudes comprises entre 1900-2100m.
- Et les cédraies de hautes altitudes situant au-delà de 2100 m.

En Algérie, le cèdre de l'atlas apparaît à partir de 1400 -1500 m sur le versant nord, et à partir de 1600 m en versant sud, du faite du décalage de 200 m en moyenne pour le Chélia qui peut atteindre 400 à 500 m au Belezma(**ABDESSEMED ,1981**). Dans le même contexte (**NEDJAH** 1988) notent que les cédraies algériennes peuvent descendre plus bas couvrant des versants d'une altitude atteignant 1000 à 1100 m voire jusqu'à 900 m d'altitude où les conditions microclimatiques seraient favorables. Par contre, la limite supérieure allant de 2200 m pour les deux versant jusqu'à 2300 m dans certains cas des d'individus isolés (**ABDESSEMED, 1981**). Cependant (**LEHOUE**ROU et al., 1979) cité par (**MEDD**OUR 2010), indiquent que les cédraies des plus hauts sommets sont plus ou moins dégradées.

Au Maroc, le cèdre est localisé dans les hauteurs à partir 1500m sur le Rif, à partir de 1600m sur le Moyen Atlas et à partir 1700 sur le Haut Atlas (**M'HIRIT, 1982**).

I.6.2. Exposition

En Algérie ou au Maroc, les versants Nord et Ouest supposés être les plus arrosés et humides, et qui sont également à l'abri des vents desséchants (sirocco), abritent les belles cédraies qui sont caractérisées par une bonne productivité et croissance ainsi qu'une régénération appréciable (**DERRIDJ, 1990 ; EZZAHIRI et al., 2000**).

I.6.3.Climat

I.6.3.1.Températures

Selon (**BOUDY 1950**), le cèdre croit sous des températures moyennes annuelles comprises entre 8 et 14°C, mais il peut tolérer des températures minimales comprises entre -1 et -8°C (**QUEZEL, 1980 ; BENABID, 1994**).

I.6.3.2.Précipitations

Les cédraies reçoivent une lame pluviométrique allant de 450 à 1500 mm dans ses pays d'origine (**PUTOD, 1979 in ABDESSEMED 2010**).

D'après (**DERRIDJ1990**), la pluviométrie annuelle des cèdres de Djurdjura des Babors, l'Ouarsenis, Chréa et Meurdja varie entre 1100 et 2100 mm/ an. Celles au niveau des Aurès, reçoivent une lame de pluies qui varie entre 450 et 500 mm et peut même atteindre 800 à 900 mm dans des conditions particuliers (**BOUDY, 1950 ; M'HIRIT, 1982 ; TOTH, 1980 ; AUSSENAC, 1984**). D'autre part, **LE HOUEROU (1975)** estime 600 mm de précipitation comme limite inférieure.

I.6.3.3.Etages bioclimatique

En Algérie, le cèdre de l'atlas s'adapte aux différents climats (**KROUCHI, 2010**) et est localisé dans divers étages bioclimatiques ; du semi-aride à hiver froid à l'humide selon la classification d'EMBERGER (**AUSSENAC, 1984**). L'optimum écologique du cèdre se situe en bioclimat méditerranéen humide à hiver froid (**AUSSENAC, 1984 ; QUEZEL, 1976 in KROUCHI, 2010 ; MEDDOUR 1994**) note que les cédraies septentrionales (Atlas Blidéen, Djurdjura, et le massif des Babors) sont soumises à un bioclimat humide voire perhumide, variante fraîche voire froide, alors que celle méridionales (Hodna, Aures) sont soumises au étage bioclimatique subhumide froid (**KROUCHI, 2010**). (**ABDESSEMED 1981**) ajoute que cette espèce est présente sous le bioclimat semi-aride supérieur dans les Aurès.

I.6.4. Sol

Selon (**BOUDY 1952**) et (**LEPOUTRE 1963**), le cèdre s'accommode à toutes les compositions chimiques du sol c'est la composition physique qui joue le rôle prépondérant. Ce qui le rend apte à coloniser presque tous les types de sol (**TOTH 1971**).

Les textures légères semblent prisées par les jeunes semis (**PRADAL, 1979**). Le cèdre préfère les sols profonds, meubles et caillouteux, généralement, il pousse mieux sur les calcaires plus ou moins compactés que sur les schistes, calcaires ou gréseux et en grès.

Il redoute les sols mal drainés, asphyxiants et hydromorphes; la structure argileuse lui est défavorable également (**SCHOENBERGER, 1970 ; TOTH, 1971,1981 ET ANONYME, 1971 IN HADJI, 1991**).

Le cèdre peut croître aussi bien sur sol acide (pH 4) que sur sol basique (pH 8) (**ALEXANDRAIN, 2007, IN BELLOUMI, 2002**).

En Algérie, on le retrouve sur les sols gréseux, sur les schistes et les sols calcaires (**BARITEAU ET AL, 1992 IN KHANFOUCI, 2005**). Dans les Aurès, le cèdre de l'Atlas évolue sur des sols bruns ou des rendzines. Les roches qui forment ces sols sont des grès blancs, des dolomies et des marnes (**SCHOENBERGER, 1970; ABDESSEMED, 1981**), des sols bruns fersiallitiques, ou des sols bruns eutrophes sur grès (**BENARAB, 1996**).

I.7. Caractères botaniques et forestières

I.7.1. Port

Arbre de grande taille pouvant atteindre 40 mètres de hauteur (**BOUDY, 1950 ; TOTH, 1990**) jusqu'à 60 mètres dans les conditions écologiques les plus favorables (**DEBAZAC, 1964 in ABDESSAMED, 2010**), avec une moyenne de taille entre 25 et 30 mètres vers 70 à 80 ans (**BOUDY, 1950**). La cime est conique pyramidale à l'état jeune, elle sera de forme tabulaire avec le vieillissement de l'arbre (**BOUDY, 1952**).

I.7.2. Ecorce

L'écorce est divisée en petites écailles d'une couleur jaune brune puis grisâtre (**TOTH, 1971**), et crevassée profondément avec une couleur foncée à un âge avancé (**TOTH, 1981 ; MAIRE IN KROUCHI, 1995**).



Fig02 : écorce d'un arbre **R**

I.7.3. Feuilles

Les feuilles ont des formes d'aiguilles persistantes (durent généralement 3 ans), peu aiguës, raides et fines (AMIRAT, 2016). Elles ont une couleur verte ou glauque (M'HIRIT, 2006).

Selon BOUDY (1952), la longueur des feuilles est comprise entre 1 et 2 cm, par ailleurs DEZABAC(1964) in AMIRAT (2016) estime que leur longueur est de 25 mm en moyenne. Quant à KROUCHI (2010), d'après son étude faite à la cédraie de Tala Guilef (Djurdjura), sur deux échantillons, l'un de 30 arbres et l'autre 79, elle obtient une mesure moyenne de 18 mm.



Fig 03 :Feuille d'un arbre **R**

I.7.4.Système racinaire

Bien développé et rarement pivotant mais la stabilité de l'arbre est assurée (**BOUDY, 1952**). Les racines obliques sont très fortes et occupent les sols profonds et humides (**TOTH, 1970**). La profondeur racinaire est comprise entre 14 et 20 cm au bout d'une année pour les nouveaux plants (**TOTH, 1978**). Quand le sol est peu profond ou présente des obstacles, l'enracinement devient latéral, provoquant des chablis.

I.7.5.Organes reproducteurs

Le cèdre de l'atlas est une espèce monoïque, les inflorescences mâles (fleur mâle) sont des chatons solitaires, cylindriques et dressés vers le ciel. De couleur jaune verdâtre, elles sont de 4 à 5 cm de longueur et approximativement de 1 cm de largeur au stade de maturité. Ils apparaissent généralement à mi-juin et achèvent leur maturité vers la mi-septembre (**JACAMON, 1987 ; DERRIDJ, 1990 ; TOTH, 2005**).

Pour les inflorescences femelles (fleur femelle), elles sont des chatons ovoïdes dressées, de couleur vert bleuâtres, elles mesurent 1 cm de longueur et quelques millimètres de diamètre, apparaissent trois mois après les chatons mâles et se développent en cônes (**JACAMON, 1987 ; DERRIDJ, 1990 ; TOTH, 2005**).

La pollinisation du cèdre de l'atlas est anémophile (**ARBEZ et al. 1978**)

I.7.6.Fruits

Bien que la première fructification s'opère en général vers 25 ans, ce délai peut toutefois être réduit à 18 ans dans des stations favorables (**DERRIDJ, 1990 ; TOTH, 2005**). La deuxième thèse consiste à considérer que la fructification s'opère entre 35 et 40 ans. Son abondance n'est constatée qu'à l'âge de 60 ans (**AZZOUNI, 1980**). Après la floraison, la durée de maturation des cônes est de 2 ans. Ces cônes sont longs de 5 à 8 cm et parfois atteignent au plus 10 cm, de couleur brune violacée (**QUEZEL & SANTA, 1962**). Les mesures des cônes des cédraies algériennes sont de 6.28 cm de long et de 5.17 cm de diamètre avec un poids de 55.83g en moyenne (**DERRIDJ, 1990**).

Le cycle de reproduction du cèdre est intermédiaire entre celui de deux ans (le plus habituel chez les conifères et les feuillus) et de celui de trois ans (le plus remarqué chez le genre *Pinus*), mais ce cycle peut se prolonger jusqu'à quatre ans dans certaines conditions

(DERRIDJ, 1990 ; EZZAHIRI et BELGAZI, 2000 ; TOTH, 2005). TOTH (1973) indique que le plus grande nombre de cônes aux graines fertiles sont portés par les vieux cèdres.

I.7.7.Graines

Les graines sont d'une forme triangulaire, dont la longueur est de 10 à 15 mm, empreintes d'une couleur marron roux et munies de larges ailes, tendres et enveloppées d'une pellicule résineuse protectrice (AZZOUNI,1980). Ces graines sont logées dans une dépression à la face supérieure de l'écaille (BOUDY, 1952).

I.8 Les ennemis du cèdre de l'atlas

Plusieurs espèces d'insectes existent dans les cédraies du bassin méditerranéen et commettent des dégâts (FABRE, 1976).Les chercheurs de l'INRA signalent des peuplements spontanés de cèdre de l'Atlas du nord par un riche complexe d'insectes phytophages dont les processionnaires et les scolytes (BARITEAU ET AL, 1992).

I.8.1. Les insectes

I.8.1.1.Les insectes mangeurs des feuilles (defoliateurs)

La chenille processionnaire du cèdre (*Taumatopea bonjeani*), Ravageur des aiguilles signalées pour la première fois dans les cédraies de haute altitude à Azrou (moyen Atlas) au Maroc en 1921. En Algérie l'insecte a été découvert en 1982 dans la cédraie du Bélezma. Depuis, sa présence a été confirmée à la suite d'investigations dans les cédraies (GACHI ET AL., 1986; & GACHI, 1989).La chenille Processionnaire du pin (*Thaumetopeaepityocampa*), Qui attaque les aiguilles des jeunes pousses (BOUDY, 1950). Tordeuse du Cèdre (*Epinotiacedria*) attaque en effet l'arbre en entier indépendamment de son âge et de sa situation dans le massif forestier (MOUNA, 1986 ET LADJAL, 2007).

Selon M'HIRIT ET AL., (2006), l'*Epinotiaalgeriensis*, elles peuvent pulluler et constituer un danger, ou, aussi vivre dans l'aire du cèdre à l'état de latence sans présenter de risques pour l'arbre.

Cette Tordeuse a pour seuls hôtes connus les Cèdres de l'Atlas et du Liban. Elle a été décrite initialement sur des individus récoltés en France, sur Cèdre de l'Atlas, dans la cédraie du Luberon, par Diakonoff en 1969. Depuis, sa répartition géographique a été précisée (FABRE, 1976). Dans l'aire naturelle des Cèdres, elle est présente au Maroc, et largement répandue en Algérie.

I.8.1.2. Les insectes mangeurs de graines

Le chalcidien seminivore (*Megastigmuspinsopinis*) est une Insecte parasite de la graine en particulier durant les années de faible production (**TOTH, 1978**)

I.8.1.3. Les insectes suceurs du sève

Puceron de cèdre (*Cedrobiumloportei*) est un puceron caractérisé par la production du miellat, qui colle aux feuilles et gêne l'assimilation chlorophyllienne. (**BELLOULA, 2010**)

I.8.2. Les incendie

De toutes les espèces qui composent la forêt méditerranéenne, le cèdre est le moins inflammable et le moins combustible. En peuplement dense, le cèdre élimine toute végétation herbacée, de ce fait il est peu propice au feu (**BOUDY, 1950 ; TOTH, 1970**).

I.8.3. Les animaux

En plus les insectes, les champignons, les incendies, on peut citer le sanglier comme un animal qui endommage la régénération naturelle du cèdre par son mode de nourriture et notamment par le piétinant et qui se fait particulièrement sous couvert.

Le bétail (surtout le Bovins) lâché en liberté dans la forêt cause lui aussi de terribles dégâts par leur empiétement qui compacte le sol (**MAZIRT, 1991 ; BELKHIRI, 1993**). Les jeunes cèdres n'échappent pas à leur tour à la dent du bétail, qui en broute les parties terminales vertes. De tels arbres, même s'ils grandissent donneront des individus avec des paramètres dendrométriques en dessous de la moyenne (faible production, hauteur insuffisantes) (**BNEF, 1985**).

D'une manière générale, le pacage incontrôlé constitue l'une des principales causes de la destruction de l'écosystème forestier. (**BELLOULA, 2010**)

I.8.4. l'homme

C'est l'homme qui par son action directe (coupes illicites, défrichements) ou indirecte (parcours) a contribué à la régression des formations végétales en général et de la cédraie en particulier, reste l'ennemi le plus dangereux du cèdre de l'Atlas (**ABDESSEMED, 1981 ; EL YOUSFI, 1994**).

I.9. Le dépérissement forestier dans le monde

Généralement, le dépérissement des forêts a lieu à des marges géographiques ou altitudinales d'un type de forêt ou d'une espèce forestière (**JUM, HUNT ET PENUELAS, 2006**).

Beaucoup d'exemples de dépérissement des espèces forestières sont cités par différents chercheurs et auteurs. Au Maroc, **BAKRY ET ABOUROUH (1996)** citent le dépérissement du chêne liège que Jacob et al (1992) rattache aux champignons pathogènes. Le phénomène de dépérissement sur *Quercus cerris* a été aussi décrit en Italie par **VANNINI (1990)**.

Au France, dépérissement des forêts du Pin maritime (**GUYON, 1991**), chêne pédonculé, chêne sécile, épicéa et, hêtre (**LAURENT ET LECOMTE, 2006 ET DSF, 2007**). **MICAUX (2007) ET YVES (2005)**, ajoutent le dépérissement du sapin en Bretagne, Normandie et des pays de la Loire.

En Espagne, les jeunes bouquets d'arbre sont touchés, le cèdre de l'Atlas dépérit au Maroc et en Algérie, selon le témoin d'experts (**GAZONNEAU, 2007**).

I.9.1. Le dépérissement forestier en Algérie

Dans les Aurès, le cèdre de l'Atlas est sujet à un dépérissement qui s'est aggravé ces dernières années. Ce phénomène concerne l'ensemble des cédraies des Aurès (**BENTOUATI, 2007**).

La cédraie reste soumise à des pressions multiples conduisant à une évolution régressive des écosystèmes (**MOUSSAFIR, 2007**). Ce sont des forêts qui ne se régénèrent plus, et elles sont actuellement dans un état de survie

L'intensité du dépérissement varie selon la station. Les peuplements les plus touchés sont ceux situés à base altitude où le cèdre est en mélange avec le chêne vert, il touche non seulement les cèdres âgés, mais aussi les jeunes bouquets d'arbres (**BENTOUATI, 2007**), situés dans des conditions de mauvaise alimentation en eau comme les pentes abruptes, les sols superficiels, arbres déchaussés.

Dans les Aurès, ce phénomène est apparu vers les années 1982 et serait dû principalement selon **LAABED (2006)** à un lépidoptère défoliateur (*thaumetopoea Bonjeani*).

Le dépérissement des forêts s'accélère depuis 5 ans, principalement par accentuation de la sécheresse (**BARITEAU, 2003**), probablement d'autres facteurs d'affaiblissement tels que les insectes défoliateurs ou champignons, comme l'armillaire observée chez les arbres dépérissants ou morts, interviennent par la suite (**BENTOUATI, 2007**). L'arbre devient rapidement l'hôte des insectes et des maladies. Le dépérissement est inévitable (**LAMONTAGE, 2000**).

La sécheresse prolongée des ces dernières années, ainsi que l'âge avancé des peuplements seraient les principaux facteurs ayant prédisposé le cèdre au dépérissement. L'exposition de ces massifs aux influences sahariennes a accéléré la mortalité des arbres (**BENTOUATI, 2007**).

Le dépérissement se traduit en général, à l'échelle d'un arbre, par des symptômes bien visibles au niveau du houppier : mortalité d'organes, réduction de la qualité et de la quantité du feuillage. Pour ce qui est du cèdre de l'Atlas, le dépérissement commence par la cime de l'arbre et progresse vers la partie inférieure (descente de la cime) avec un certain écoulement de la résine sur les troncs.

I.9.2 .Symptômes du dépérissement

Le dépérissement touche en premier lieu la structure du houppier par (**LANDMANN, 1994 ; DSF, 2002**):

- L'éclaircissement, la réduction de la ramification fine et de la masse foliaire;
- La présence de pousses sèches;
- La croissance faible des rameaux;
- L'apparence de microphyllie (aiguilles ou feuilles de petite taille), de feuilles disposées en rosette;
- La perte d'aiguilles anciennes chez les résineux.

En cas de forte carence des éléments minéraux (potassium, phosphore et azote), les symptômes de dépérissements sont : jaunissement des aiguilles et faible masse foliaire (**BONNEAU, 1988 ; BONNEAU ET AL, 1994**). Par ailleurs, d'autres symptômes peuvent apparaître telles que des pourritures racinaires dues à la présence de champignons, et des baisses de réserves d'amidon et de rejets de sciures blanches attestant de la présence

d'insectes xylophages (**NAGELEISEN, 2008**).Le décollement d'écorce peut apparaître après l'attaque des Scolytes (**BOUGET ET AL, 2005**).

Selon **NAGELEISEN (1994)**et **BENHALIMA (2006)**, quatre classes de dépérissement sont retenues depuis le dessèchement des feuilles jusqu'à la mortalité totale du houppier :

- Classe 0 : Cime de l'arbre intacte et absence de symptômes de dépérissement ;
- Classe 1 : Rameaux fins desséchés dans la périphérie du houppier et feuillage du reste de l'arbre encore vert ;
- Classe 2 : Début de perte du feuillage, feuilles en paquets et branches desséchés dans le houppier atteignent au moins la moitié de l'arbre ;
- Classe 3 : Houppier mort sans feuillages et arbre mort sur pied.



FIG 04 : Pied en état C0 R **FIG 05** : Pied en état C2 R



FIG 06 : Pied en état C3 R

I.9.3. Causes de dépérissement des arbres forestiers

Le dépérissement est un processus faisant intervenir de multiples causes et de multiples facteurs de stress qui agressent l'écosystème (**GAGNON ET ROY, 1994**). Les dégâts de dépérissements peuvent être causés par des facteurs biotiques et abiotiques ou une combinaison des deux (tels que les incendies, les tempêtes, les infestations et les maladies causées par les insectes) créant la mortalité ou des pertes économiques sévères des arbres (**LIEUTIER ET AL, 1994 ; REQUARDT ET AL, 2007**).

En plus de ces perturbations, la sylviculture a un rôle essentiel dans la santé de la forêt en général, et dans le problème du dépérissement en particulier (**BECKER ET AL, 1994**).

Les pressions comme le changement climatique, la pollution atmosphérique (ensemble de composants agissants à des niveaux différents, pollution acide et azotée, ozone, plomb...etc) et les dégâts causés par la faune sauvage ou le bétail ont un impact sur l'état et la vitalité forestière. Le changement climatique, surtout la sécheresse, est actuellement largement considérée comme étant la principale force motrice des différentes causes à effet sur le dépérissement forestier. La sécheresse cause des perturbations physiologiques suite à une déficience hydrique. Lors d'épisodes secs longs, le dépérissement est fort probable d'être signalé (**GARREC ET AL, 1989 ; ASSENAC ET GUEHL, 1994 ; REQUARDT ET AL, 2007**).

Selon **BONNEAU (1994)** et **NAGELEISEN (2008)**, les facteurs impliqués dans le dépérissement peuvent être classés en facteurs prédisposant, facteurs déclenchant et facteurs aggravant.

- **Facteurs prédisposant** : ce sont des facteurs toujours présents agissant depuis très longtemps pour altérer la santé des arbres. On peut citer comme facteurs prédisposant : vieillissement des peuplements, changements climatiques à long terme, station à faible capacité de rétention en eau et sols peu fertiles, secs et acides.
- **Facteurs déclenchant** : on cite entre autres, la sécheresse successive, les attaques de chenilles défoliatrices (pouvant contribuer à conduire le peuplement forestier vers un dépérissement même en l'absence de sécheresse), le gel et le stress hydrique.
- **Facteurs aggravant** : principaux agents de mortalité en fin de processus, ils sont des facteurs biotiques selon les espèces. Des parasites de faiblesses, comme l'armillaire (pathogènes racinaires), peuvent induire la mort de l'arbre.

Chapitre II:

La dendrochronologie

II. La dendrochronologie

II.1. Introduction

La dendrochronologie c'est une discipline scientifique qui utilise l'information contenue dans les cernes annuels de croissance des arbres pour une analyse spatiale et temporelle des processus physiques et biologiques.

La dendrochronologie est une science utilisée pour reconstituer l'histoire individuelle d'un arbre mais aussi de son environnement. En effet, les accroissements annuels en diamètre sont soumis à des facteurs propres à chaque arbre comme son potentiel génétique ou son âge, et à des de facteurs externes tels que le climat, la compétition avec les arbres voisins, la ressource nutritive ou encore les interventions humaines.

La lecture des cernes repose sur une lecture visuelle rendue possible par des différences morphologiques du bois mis en place dans chaque cerne annuel. En zone tempérée aux saisons bien marquées, chaque nouvel accroissement présente des différences entre le bois initial au printemps, caractérisé par de gros vaisseaux permettant l'afflux de sève en début de végétation et le bois final en été fabriquant la structure «osseuse» de l'arbre. Avant la lecture, chaque échantillon demande une préparation de sa surface afin de révéler au mieux les éléments caractéristiques de la structure du bois notamment lorsque les cernes sont fins.

Il existe 2 méthodes de préparation des surfaces de lecture : l'une consiste à réaliser une coupe sur l'échantillon fraîchement récolté à l'aide d'un outil tranchant type cutter, on parle aussi de planage, l'autre consiste à poncer la surface de l'échantillon après séchage .

Nous présentons dans cet article une méthode de préparation par ponçage, telle qu'elle est pratiquée dans notre unité, à partir de nos expériences acquises principalement sur deux essences au bois hétérogène : le frêne commun et les chênes indigènes qui se caractérisent tous par une zone poreuse de bois de printemps bien différenciée. (**BURNEL ET AL, 2009**)

II.2. Domaines d'étude de la dendrochronologie

Bien qu'au XVIème siècle, Léonard de Vinci s'intéressât déjà aux cernes, c'est le physicien et astronome américain A.E. Douglass qui, au début du siècle, posa les bases la dendrochronologie moderne (du grec: dendron = arbre ; kronos = le temps ; logos = l'étude). La dendrochronologie est une science qui repose sur la mesure des largeurs des cernes annuels de croissance et sur leur datation précise. D'abord principalement utilisé dans des

disciplines telles que l'archéologie ou la climatologie pour la datation précise d'arbres « fossiles » ou la reconstruction du climat passé, cet outil est de plus en plus utilisé pour étudier l'environnement et détecter ses changements. Cette approche a d'ailleurs été essentielle dans la compréhension des dépérissements forestiers observés dans les années 1990 aussi bien en Europe qu'en Amérique du Nord. A l'heure actuelle, sous le terme dendrochronologie sont regroupées toutes les disciplines qui utilisent directement ou indirectement l'information « date » contenue dans une série chronologique de cernes. Ces disciplines concernent aussi bien la climatologie (on parle alors de dendroclimatologie) que l'écologie (dendroécologie) ou encore la chimie (dendrochimie), et sont étroitement liées les unes aux autres (LEBOURGEOIS2010)

II.3. Les échantillons de bois

Les cernes sont visibles sur la section transversale du tronc de l'arbre c'est-à-dire perpendiculairement à son axe La rondelle et la carotte de bois sont les deux types d'échantillons permettant une lecture nette sur cette section.

II.4. La rondelle

La rondelle est prélevée à l'aide d'une tronçonneuse après abattage de l'arbre, hors sève car la croissance annuelle est terminée, le bois est aussi plus sec

On veillera à réaliser une coupe nette à l'aide d'une chaîne bien affûtée, perpendiculairement au fil du bois. En effet, une surface trop irrégulière demande beaucoup de travail de rattrapage pour rectifier et aplanir la surface. Une épaisseur de 8 à 10cm de la rondelle est le meilleur compromis car elle est assez épaisse pour la tenir avec les mains lors du ponçage, mais pas trop pour passer sous la binoculaire lors de la lecture.

Cette méthode est destructive, mais lorsqu'elle est possible, elle donne le meilleur type d'échantillon car le coeur est toujours visible. Ainsi, on dispose de la surface maximale pour choisir sans difficulté un ou plusieurs rayons de lecture. Il est recommandé d'inscrire les identificateurs sur la face qui ne sera pas lue sinon on risque lors du ponçage, d'encrasser plus vite le papier de ponçage et d'effacer les inscriptions. (BURNEL ET AL, 2009)

II.5. Préparation des échantillons

II.5.1. Séchage des échantillons

Le ponçage est réalisé sur des échantillons à 20 % d'humidité maximum sur la partie à poncer. En effet, le ponçage de bois trop humide provoque un bouchage des éléments creux du bois (vaisseaux, parenchyme, canaux), ce qui aboutit à l'effet inverse recherché puisque l'on masque les caractères particuliers et l'abrasif s'encrasse plus rapidement.

Le prélèvement est le plus souvent réalisé en période de repos des arbres afin que le dernier cerne annuel soit complet et, les échantillons ne sont pas à leur taux maximum d'humidité, il est en général inférieur à 50 %.

L'une des propriétés essentielles du bois est sa capacité à restituer de l'humidité (retrait) ou à en absorber (gonflement). Ce « travail » du bois apparaît aussi en coupe transversale, on l'estime à 0,2 % par pourcent de variation d'humidité.

Ainsi lorsque l'on ramène un échantillon de 50 % à 20 % d'humidité, on peut estimer un retrait moyen de 6 % sur le volume dans le sens radial et donc sur les largeurs de cernes.

Ces variations ne sont pas négligeables et dans ces conditions, on traitera de la même manière l'ensemble des échantillons afin de réaliser des lectures comparables :

- Les carottes sont sèches après stockage durant 5 jours dans une pièce à 20°C ;
- Les rondelles sont conservées 3 semaines dans un local ventilé ou à l'air libre (par temps sec) pour un séchage progressif afin d'éviter les fentes de retrait et l'apparition de moisissures.

On veillera également à ne pas empiler les rondelles les unes sur les autres, mais à bien les séparer par des liteaux de bois qui laisseront circuler l'air entre les échantillons.

II.5.2 Ponçage

Le ponçage du bois est réalisé à l'aide d'abrasifs sur support papier ou toile. Nous utilisons trois natures différentes de grain selon la dureté du bois : en silex pour les bois courants, en corindon (alumine anhydre cristallisée) ou en carbure de silicium pour les bois plus durs. Nous procédons en utilisant successivement plusieurs tailles de grains ; la taille est

inversement proportionnelle à leur densité. Le chiffre indiqué par les vendeurs est le nombre de grains par cm², nous procédons par ordre croissant de densité de grain :

- 36 à 40, correspond à un gros grain, utilisé sur rondelle pour dégrossir les irrégularités, on aboutit à une surface d'aspect granuleux ;
- 80 à 120, correspond à un grain moyen qui lisse déjà bien la surface, ce sont les premiers grains utilisés pour les carottes ;
- 360, correspond à un grain fin pour la finition lorsque les cernes sont larges et bien visibles ;

1200, grain très fin utilisé habituellement en carrosserie, donnant une surface très lisse, d'aspect laqué. Utilisé pour les parties les moins visibles à cernes très fins ou présentant peu de différences entre les cernes. (BURNEL ET AL, 2009)

II.6. Les principes de la dendrochronologie

Les processus physiques et biologiques qui gouvernent la croissance des arbres poussant actuellement sont les mêmes que ceux du passé et ont le même type d'action. La connaissance des conditions environnementales qui ont opéré dans le passé peut permettre de prédire ces conditions dans le futur

II.6.1. Le principe d'uniformité

Les processus physiques et biologiques qui gouvernent la croissance des arbres poussant actuellement sont les mêmes que ceux du passé et ont le même type d'action. La connaissance des conditions environnementales qui ont opéré dans le passé peut permettre de prédire ces conditions dans le futur

II.6.2. Le principe du facteur limitant

La croissance des arbres ne peut dépasser le niveau permis par le facteur le plus limitant

II.6.3. Le principe de l'amplitude écologique

Une espèce peut pousser, se reproduire et se propager à travers une gamme d'habitats importante ou restreinte. Elle sera plus sensible aux facteurs du milieu en limite de son aire (LEBOURGEOIS .F ;2008)

Chapitre III :
l'expérimentation

III. l'expérimentation

III.1. Présentation de la zone d'étude

III.1.1. Historique

Lors de l'installation du fort militaire colonial à Theniet El Had en Avril 1843, la forêt des cèdres fût l'objet d'une exploitation abusive sous l'autorité du génie militaire et sans la participation du service forestier. Cette exploitation a fait l'objet d'abattage de grandes et belles tiges dont beaucoup furent laissées sur place sans qu'elles ne soient exploitées, faute de difficultés de transport (**LEFEBVRE, 1894 IN ZEDEK,1993**).

En 1851, le service forestier procéda à l'abattage de cèdres destiné à des expériences pour la reconnaissance de son utilisation (**LEFEBVRE, 1894 IN ZEDEK, 1993**).

A partir de 1862 et jusqu'à 1870, l'administration forestière entama, par le biais d'une main d'œuvre militaire, des opérations de nettoyage de la forêt de bois mort sur pied sur des surfaces considérables. Durant la période 1865-1893, l'administration a procuré par concession de gré à gré **3.140m³** de bois d'œuvre et **9.000 stères** (**LEFEBVRE, 1894 IN ZEDEK, 1993**).

En 1870 et 1885 des exploitations importantes furent réalisées par le service forestier portant sur des bois vendus par adjudication. Faute de capitaux, l'opération étant échouée (**LEFEBVRE, 1894 IN ZEDEK, 1993**).

En 1887, le délégué financier **JORDAN**, attiré par la splendeur naturelle du site, construisit un *Chalet* au Rond-point et l'utilisa pour passer l'été avec sa famille pendant **trente six années** consécutives (**BONNEVAL, 1894 IN ZEDEK, 1993 ; YAHIAOUI, 2010**).

La valeur artistique et scientifique de la cédraie conduit le Gouvernement Général de l'Algérie à l'ériger en parc national. Ce fût alors le 03 Août 1923 que naquit le premier parc national de l'Algérie d'une superficie de 1563 ha (**DE BONNEVAL, 1930 ; ANONYME, 1930 IN ZEDEK, 1993**).

Pendant la guerre de libération, certains cantons qui étaient inaccessibles ont été déclarés zones interdites et soumis à des bombardements au napalm (**SARI, 1977 ; BOUDIBA, 2002**).

En date du 23 Juillet 1983 par décret n°83-459, le Gouvernement algérien créa de nouveau la cédraie en Parc National d'une superficie de 1563 ha. Actuellement, la superficie du parc s'élève à 3425 ha.

III.1.2. Cadre Physique

III.1.2.1. Situation géographique

Le parc national de ThénietEl-Had est situé au nord-ouest de l'Algérie dans la wilaya de Tissemsilt à quelques kilomètres de la ville éponyme de Théniet El Had au coeur de l'Atlas tellien. (ALGERIE-MONDE ; 2013)

Le parc National de ThenietEl-Had se situe au niveau de la partie septentrionale du grand massif de l'Ouarsenis. Il est compris entre les monts des Beni Chougrane à l'Ouest, les monts de Tetteri à l'Est, la vallée du Chlef au Nord et les plaines du Sersou au Sud. (BOURORGA. A ; 2016)

Suivant les coordonnées géographiques suivantes :

- Latitude : 35° 54' 4'' et 35° 49' 41'' de latitude nord.
- Longitude : 02° 02' 4" et 01° 52' 45'' de longitude est.

III.1.2.2. Délimitation et superficie

La cédraie de Theniet el Had fût le premier parc a être crée pendant la période coloniale, soit le 03 Août 1923 sur une superficie de 1563ha (BOUDY, 1950). Après l'indépendance, la cédraie fût reproclamée parc national en date du 23 Juillet 1983 sur une superficie de 3424 ha(DGF, 2005).

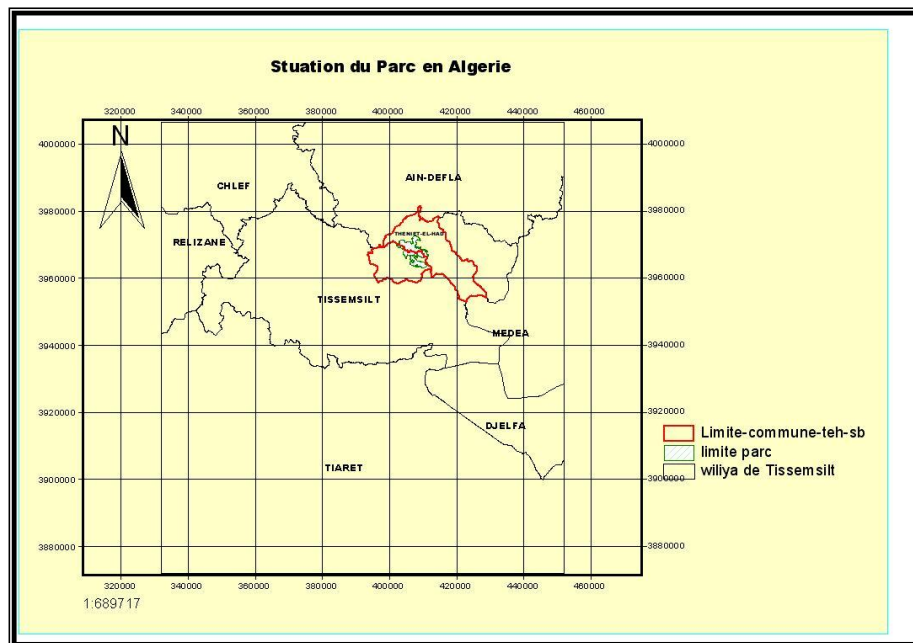


Fig.7: Situation du Parc national de Theniet el Had en Algérie (PNTH, 2020).

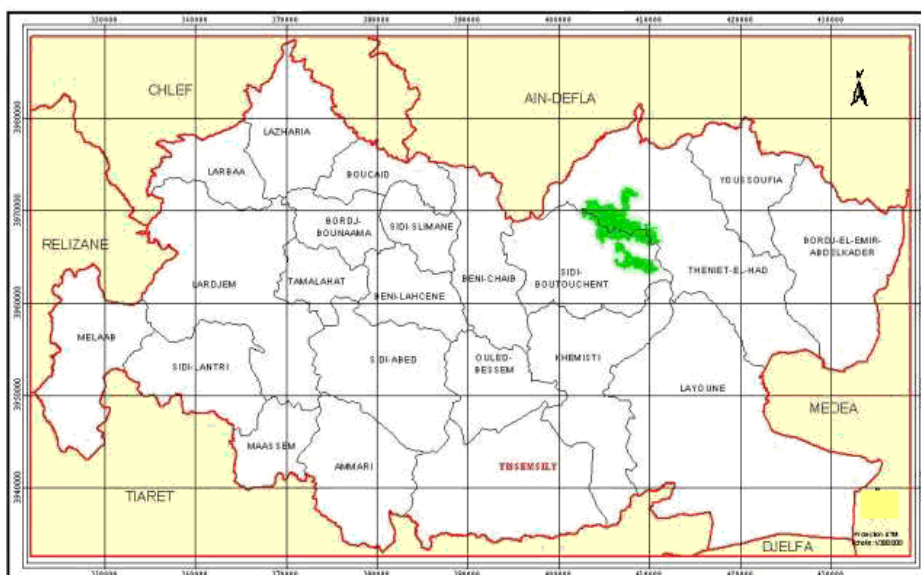


Fig.8 Situation du parc national de Theniet El Had dans la wilaya de Tissemsilt.(P.N.T.H., 2020)

III.1.2.3. Aspect topographique

III.1.2.3.1. Relief

Le parc représente deux expositions principales : Nord et Sud le versant Nord entrecoupé de quelques cuvettes encaissées et la crête principale ou culmine le point le plus haut «Ras el Braret » relevant canton rond-point. (ABEDELLEH MAHDJOUBI. K et ZERKA. A ; 2018)

Un troisième versant, celui de l'ouest. Mais, la superficie de ce dernier est moins importante. (KHEDIM. R ; 2018)

Le versant Sud est d'une assez forte inclinaison, mais contrairement au versant Nord, la longueur du terrain est assez vaste environ le double du premier. (ABEDELLEH MAHDJOUBI. K et ZERKA. A ; 2018)

III.1.2.3.2. L'altitude

Selon TALEB (2010) L'altitude débute à environ 1277m et culmine à 1786m au lieu dit RAS EL BARARET relevant du canton Rond-point.

III.1.2.4. Aspect pédologique

La forêt des cèdres repose sur des sols peu évolués d'apport colluvial très pierreux et pauvres en matière organique. Peu profonds, ils sont succédés sur les crêtes sommitales par des sols minéraux bruts avec des affleurements rocheux. Les sols bruns lessivés de type ABC de profil pédologique complet riche en matière organique et en azote se rencontrent dans les terrains à faible pente et en aval du relief (Fig09). (TALEB M 2010)

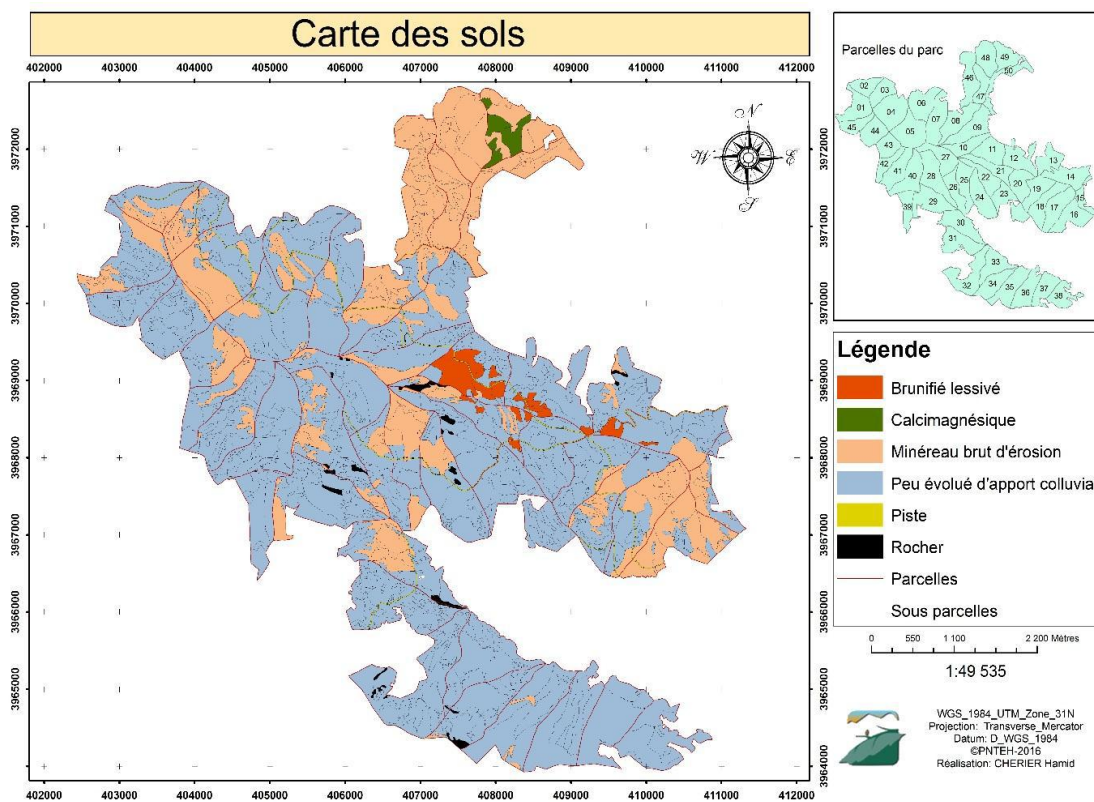


Fig9: Carte des sols du Parc National de Theniet El Had(PNTH ; 2020)

III.1.2.5. Les ressources hydriques

Il existe deux oued qui sont captés et utilisés par les riverains de la région : (PNTH ; 2020)

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

C'est un réseau très ramifié et souvent temporaire, alimenté par les eaux de précipitations.

D'un débit faible, on y recense sept sources réparties à travers les cantons comme suit :

Il existe d'autres sources d'eau parmi lesquelles (TALEB M 2010)

Tableau1 : Les cantons du parc national de theniet el had leurs noms commun et coordonnées (TALEB M 2010)

Nom	Canton	Coordonnées	
		X	Y
Ain Harhar	Canton Rond-point	404710	3970600
AinTouila	Canton Sidi Abdoun	409628	3967320
Djedj El Ma	Canton Ourtène	406631	3967970
Guiguel	Canton Kef sachine	400852	3967520
Chragua	Canton Guerouaou	408472	3970290
Toursout	Canton Pré-Benchohra	407299	3969180
Plate-forme	Canton Pépinière	410228	3968500

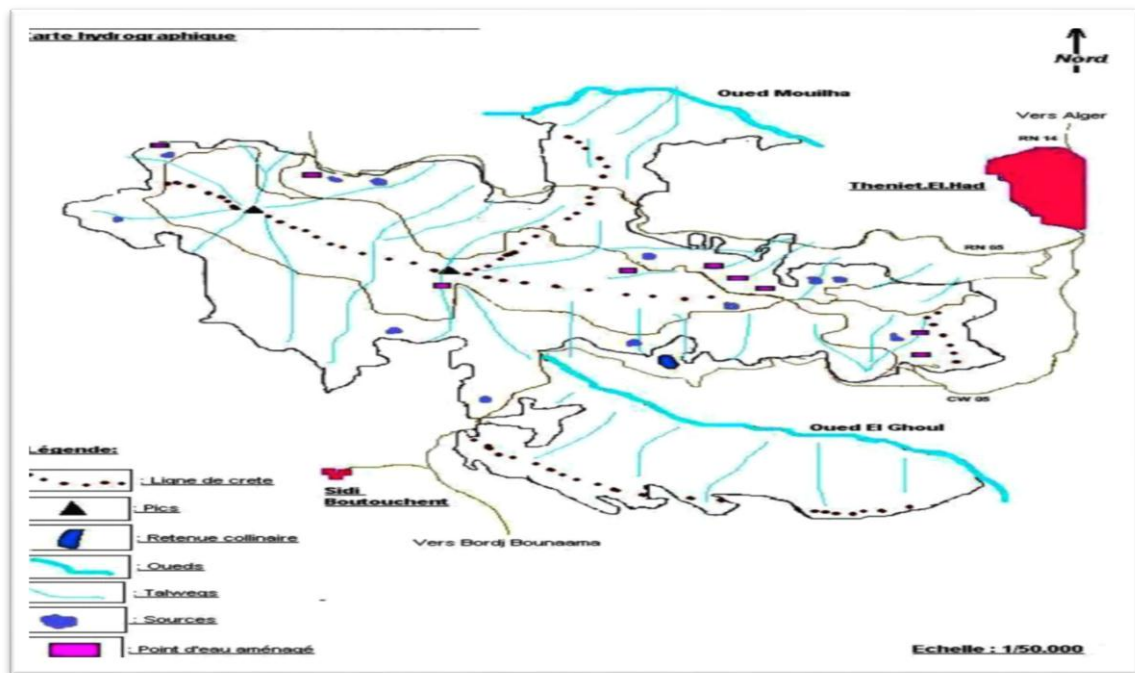


Fig10: Carte hydrographique du Parc National de Theniet El Had (PNTH ; 2020)

III.1.2.6. Aspect Géologique

Le massif de Theniet El Had repose sur des grés numidiens, représentés par des substrats à base de calcaires, de marnes et de schistes dans les basses altitudes (**BELKAID, 1988 ; P.N.T.H., 2006**). Dans les parties centrales du parc et les parties les plus hautes du massif on trouve des grés de couches épaisses situées sur des couches fines d'argiles et de marnes. Sur les parties ouest du parc, on trouve des sédiments du moyen éocène développés en marne faciès (**BOUDY, 1955 ; GHALMI, 1990**).

La base de la structure géologique du massif de la forêt, relevant du crétacé, est constituée de sédiments oligocènes développés en faciès « Numidien » (**BOUDY, 1950 ; SARI, 1977 ; BELKAID, 1988**).

Selon une étude réalisée par une équipe Bulgare (**1984**), trois types de sols sont distingués dans la zone d'étude. Il s'agit des sols peu évolués d'apport colluvial, les sols minéraux bruts de groupe d'érosion et les sols brunifiés lessivés. (**SARMOUM, 2008**).

III.1.3. Le climat

III.1.3.1. Régime thermique

Les températures enregistrées par **SELTZER (1946)**, au courant de la période **1913-1938** au niveau de la ville de Theniet El Had, sont celles ayant fait l'objet

d'extrapolation. Enregistrées à 1160m d'altitude, on relève que l'altitude moyenne de la zone d'étude est retenue égale à 1440m, soit une différence altitudinale de 280m. Sur la base du gradient altitudinal établi par **SELTZER (1946)** à travers l'Atlas tellien, on y enregistre que :

- Le mois le plus froid est celui du mois de Janvier d'une température minimale de l'ordre de -1.06°C ;
- Le mois le plus chaud est celui du mois d'Août d'une température maximale de l'ordre de 30.04°C .

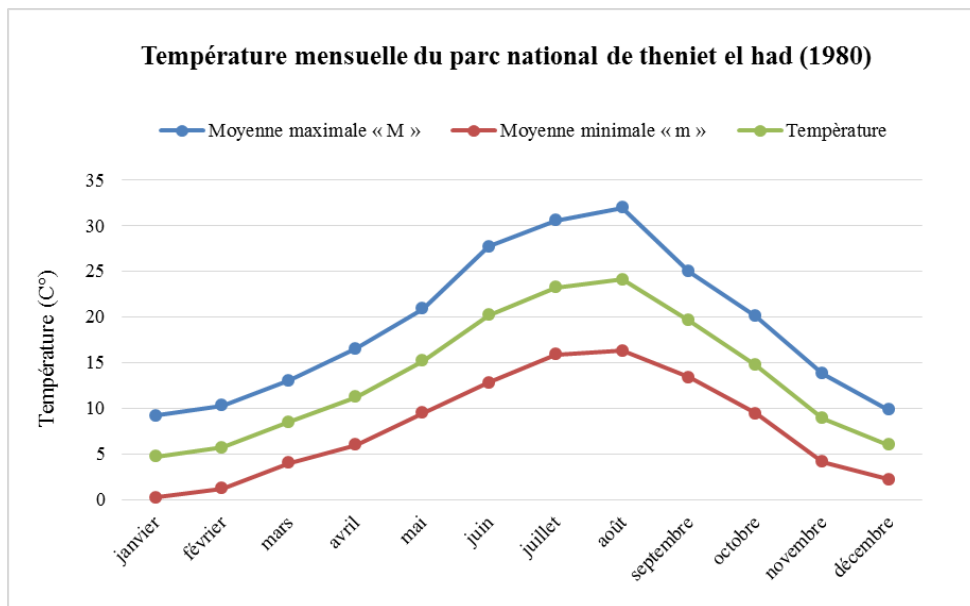


Fig11: Graphe de la température mensuelle du Parc National de Theniet El Had

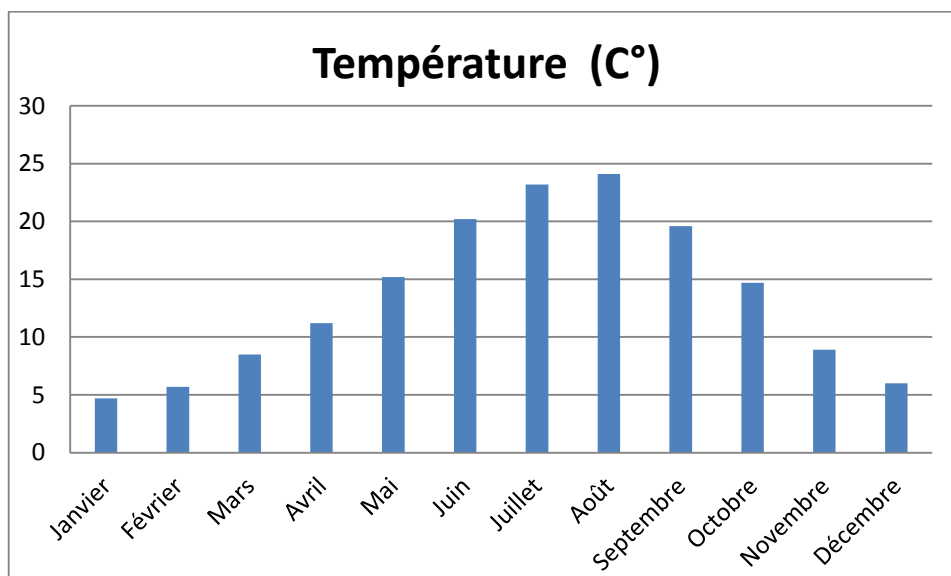


Fig12: Diagramme de la température mensuelles du Parc National de Theniet El Had

À noter que les températures élevées au printemps et en été sont enregistrées en mai, juin, juillet, août, septembre avec des valeurs maximales allant de 20c°à 23c° et des valeurs minimales allant de 15c° à 19c°. En automne et en hiver, de novembre à avril. Avec des valeurs maximales comprises entre 8c° et 15c° et des valeurs minimales entre 4c° et 6c°.

III.1.3.2.Régime pluviométrique

Les données pluviométriques du parc national extrapolés à métrique à partir de theniet el had sont exprimer dans diagramme suivant :

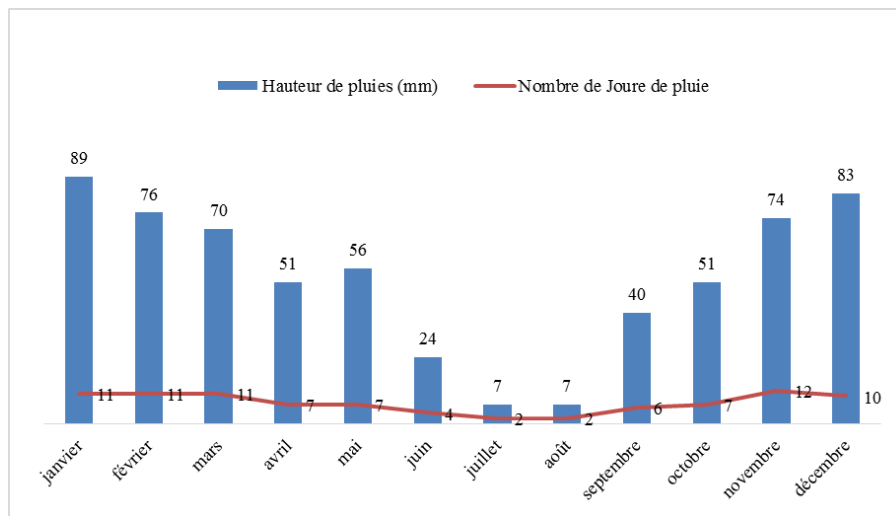


Fig13 :diagramme pluviométrique du Parc National de Teniet El Had

Les précipitations sont un facteur écologique d'importance fondamentale, Nous avons donc pris des précipitations mensuelles du Parc National de Theniet El Had (1980) est présenté dans la figure suivant :

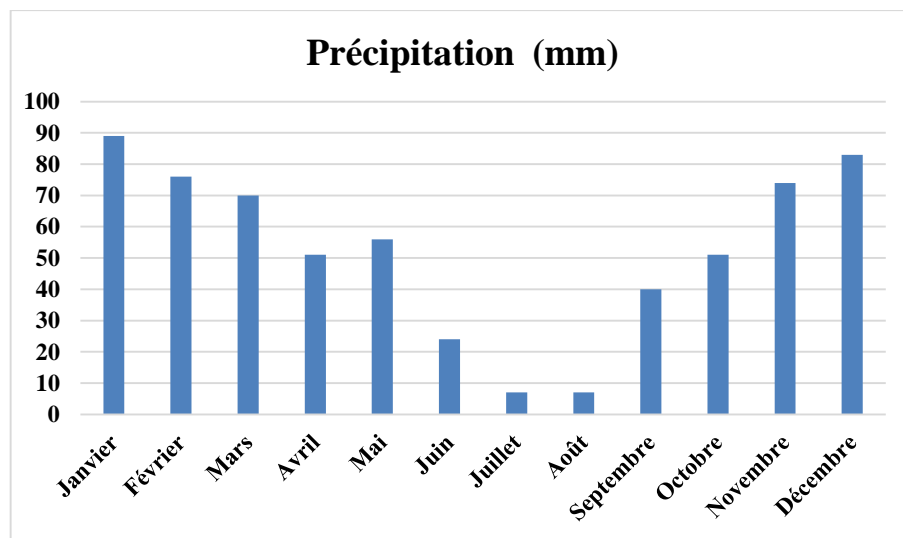


Fig14: Histogramme de la précipitation mensuelles du Parc National de Theniet El Had

À travers le graphique, nous remarquons que la quantité de précipitations est élevée dans la période entre l'automne et l'hiver, c'est-à-dire d'octobre à février, car elle varie de 60 mm à environ 89 mm et s'étend parfois de mars à mai avec des valeurs allant de 70 mm à 55 mm.

III.1.3.3. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

La durée de la période sèche est déterminée par la surface de croisement des courbes ombrothermiques, soit lorsque $P < 2T$ (UNESCO-FAO, 1963 ; COUDE-GAUSSEN, 1995).

En référence à l'extrapolation des données climatiques de la période 1913-1938, la période sèche dure **quatre mois**, soit de la fin du mois de mai jusqu'au début du mois d'octobre de l'année. La **figure** permet de mieux visualiser l'allure.

En effet, la période sèche comme elle correspond à la période estivale, où les pluies sont rares, celles-ci deviennent abondantes vers l'hiver et l'automne. Il s'agit de l'une des caractéristiques du climat méditerranéen (BELVAUX,2002).

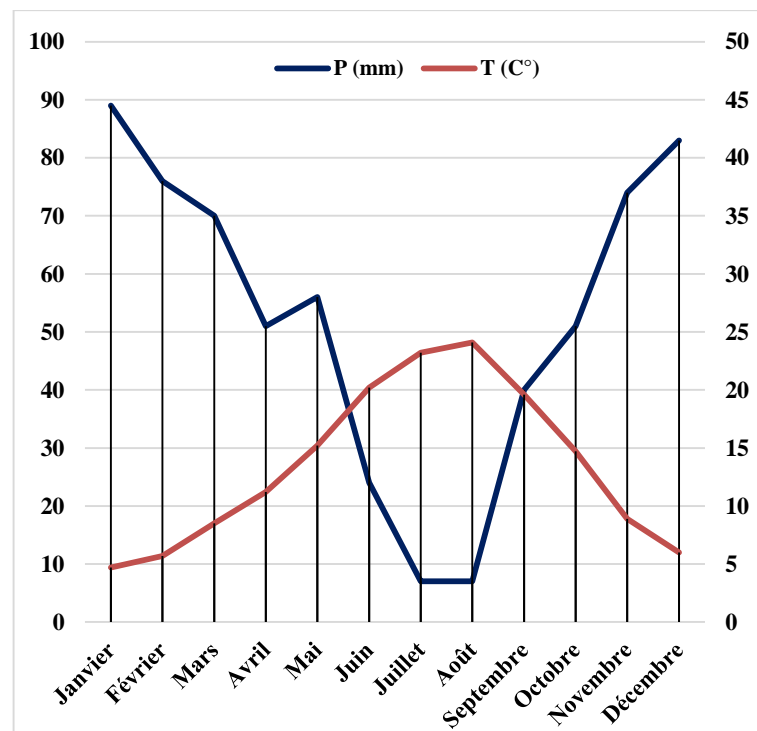


Fig15: Diagramme ombrothermique de de bagnouls et gausсенParc National de Theniet El Had

À travers le graphique, on remarque qu'il y a deux périodes humides pendant lesquelles la période sèche commence, à partir de la mi-juin et se terminant en septembre.

III.1.3.4. Calimagramme d'emberger

Le climagramme d'EMBERGER permet de déterminer l'étage bioclimatique d'une station donné à partir de la formule : $Q2= 2000P/M2-m$

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

Soit : $Q2 = 3.43 (P/M-m)$ (STEWART, 1968)

$Q2=3.43(628/32-0.2)$

$Q2=69.70$

- Q : le quotient pluviométrique d'EMBERGER
- P : pluviomètre moyenne annuel en mm
- M : Moyenne maximale du mois le plus chaud en C°
- m : Moyenne minimale du mois le plus froid en C°

Après application de cette formule ($Q2= 69.70$), la zone l'étude (1160m) se trouve à l'étage bioclimatique **Subhumide** à **hiver frais**

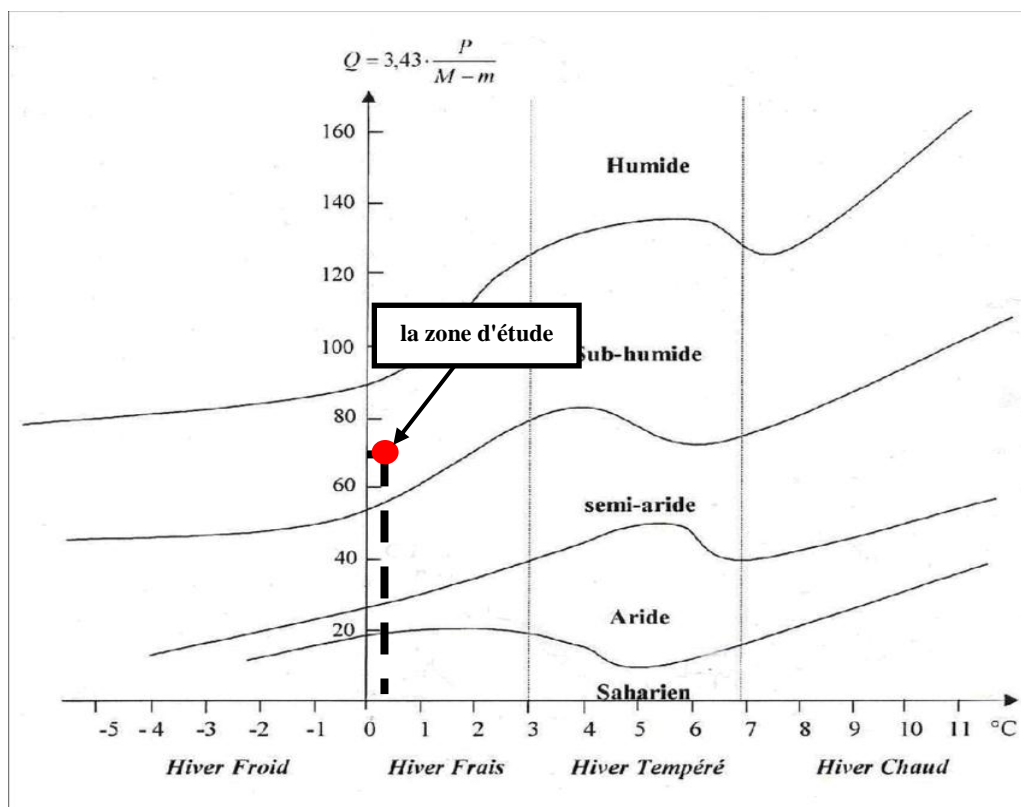


Fig16: Projection de la zone l'étude dans le quotient d'EMBERGER.

III.1.4. Caractéristique floristique

Une diversité floristique importante dont le nombre d'espèce végétale atteint 156 espèces (YAHY et MEDIOUNI, 1994).

La cédraie est constituée par les principales essences suivantes :

- Cedrus atlantica* Manetti. (Cèdre de l'Atlas) ;
- Quercus faginea* Lamk. (Chêne zeen) ;
- Quercus ilex* L. (Chêne vert) ;
- Quercus suber* L. (Chêne liège) ;

Les peuplements de cèdre se trouvent rarement à l'état pur. En versant Nord, ils sont mélangés avec le chêne vert dans les basses altitudes et avec le chêne zeen dans les hautes altitudes. Le cèdre est presque à l'état pur dans le canton Pépinière. (ZEDEK, 1993).

Nous y rencontrons, avec une moindre importance, le genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*), le pistachier de l'Atlas (*Pistachia atlantica*), l'érable de Montpellier (*Acer monspessulanum*), le frêne commun (*Fraxinus angustifolia*), l'orme champêtre (*Ulmus campestris*) et le merisier (*Prunus avium*) (P.N.T.E.H, 2020).

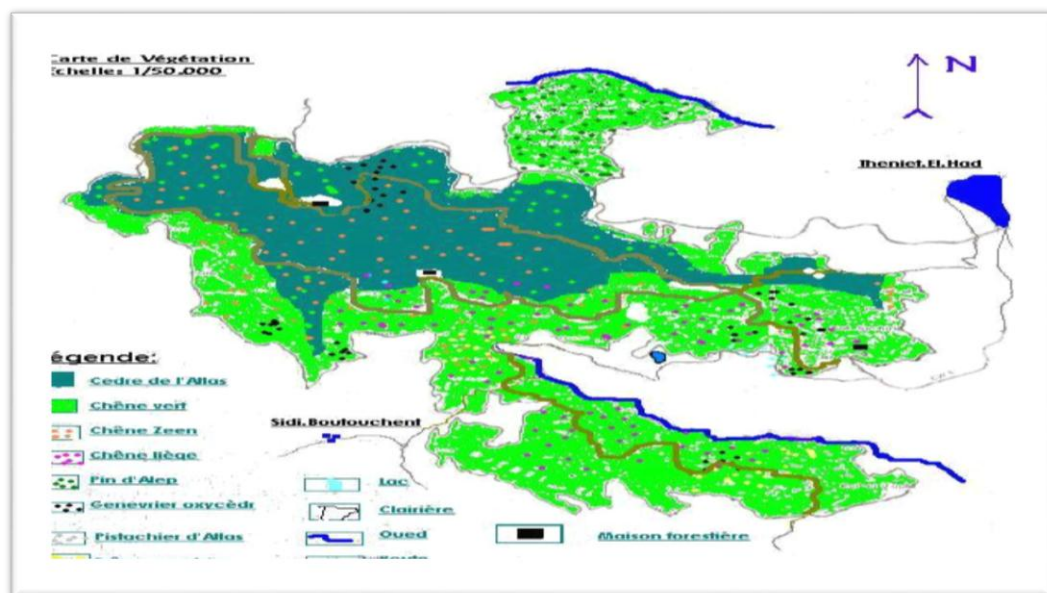


Fig17. La végétation dans le parc national de Theniet al Had (P.N.T.H.2020).

III.1.5. Faune

On y enregistre 458 espèces réparties comme suit :

- Dix sept (17) mammifères dont dix (10) espèces protégées;
- Quatre vingt quinze (95) oiseaux dont vingt neuf (29) espèces protégées;
- Dix huit (18) reptiles dont trois (03) espèces protégées;

- Trois cent vingt trois (323) insectes dont trente (30) espèces protégées;
- Cinq (05) amphibiens.

III.1.6. Actions anthropiques

III.1.6.1. Surpâturage

Quoique l'animal en lui-même n'est pas toujours un obstacle à la régénération (ARBOUCHE, 1995), les passages répétés du bétail présentent, néanmoins, une véritable menace pour les jeunes semis dans la mesure où toute régénération se trouve compromise.

Le surpâturage est en permanence signalé dans le parc. Toutefois, durant la décennie d'insécurité (1993-2000) la présence du bétail était fortement réduite.

La dégradation causée par le pâturage entraîne un déséquilibre entre l'écosystème forestier et le sol (ARBOUCHE, 1995). Dès l'année 2003, le pâturage quoique réduit est en permanence dans le parc.

III.1.6.2. Incendies

Les incendies sont moins graves pour le cèdre et n'entraînent jamais la destruction complète des peuplements (BOUDY, 1952).

Durant la période 1995- 2004, l'administration du parc national a enregistré quelques incendies moins graves ayant affecté les peuplements forestiers (Tableau).

En effet, il est certain de signaler qu'au niveau de la cédraie de Theniet el had, à l'exception du canton Ourtène, les incendies sont non encore non dommageables.

Le canton Ourtène, relevant du versant sud, est celui où le chêne liège est abondant et est aussi en mélange avec le cèdre de l'Atlas.

Tableau2: Incendies enregistrés et signalés dans le parc national de Theniet el had durant la période 1995-2004.

Année	Surface	Type de peuplement	Espèce incendiée	Canton
1995	1 ha.50a	Forêt	Chêne vert Chêne liège	Ferciouane
1996	NEANT			
1997	5 ha	Forêt	Chêne vert Genévrier	Djaouarb
1998	11ha	Forêt	Chêne vert Chêne liège Cèdre de l'atlas	Djouareb Ferciouane
2000	2ha, 2 a	Chaume+ maquis		Ourtène
2001	NEANT			
2002	NEANT			
2003	41.5ha 20m ²	Chaumes+ forêt	Céréales	Guerouaou Lisières du parc
2004	33ha	Chaumes + tailles forêt	Chêne vert Céréales Chêne liège Cèdre de l'atlas Genévrier	Guerouaou Ferciouane Kef siga

III.1.6.3.Tourisme

Quoique le parc est un territoire protégé, il est néanmoins ouvert au public dans le cadre d'un écotourisme rationnel (ANONYME, 1985). Le tourisme y est de nature culturelle et éducative et est parfaitement géré par la direction du parc.

On signale qu'il est moins fréquent dans le parc national de Theniet el Had par rapport à celui enregistré dans d'autres parcs nationaux suites aux manques d'infrastructures et d'informations.

Le tourisme auquel est soumis le parc est de trois types :

- Tourisme pédagogique par la réalisation des sorties avec les étudiants et les élèves ;
- Tourisme récréatif pour les familles et le grand public ;
- Tourisme scientifique ou de découverte pour les associations et les clubs verts. Ces deux dernières années, on a enregistré un flux important d'activités touristiques au niveau

du parc. Environ 2500 à 3000 visiteurs y sont enregistrés du début de printemps jusqu'à la fin de l'été de l'année 2005.

III.1.7. Dépérissement

Le dépérissement du cèdre est manifestement beaucoup plus signalé depuis l'année 1984 et est plus important au niveau du versant Nord que dans le versant Sud. Les résultats des échantillons prélevés dans le parc par l'équipe de chercheurs de **CEMAGREF**, durant l'année 1984, montrent que le phénomène semble être très ancien.

Selon **BATEL (1990)** le nombre de cèdres dépéris a été estimé à 3500 tiges par le service du parc en 1985. (**HADJI 1988**), sur la base d'une comparaison faite sur un arbre sain et un arbre dépérit, relève que les aiguilles de l'arbre dépéris présentent une très faible teneur en éléments minéraux majeurs (N, P, Mg, Ca) par rapport à celles de l'arbre sain.

L'origine du phénomène reste non encore confirmée et la cause probable serait soit celle de la sécheresse, soit celle de la carence en éléments nutritifs du sol, soit celle liée aux attaques parasitaires (champignons et insectes). Actuellement, des recherches sont en cours de préparation pour étudier le taux de dépérissement à travers la cédraie et d'élucider les causes à l'origine de ce fléau.

Le bois dépéris serait dévalorisé et peut être utilisé comme bois de construction et de service (**RAHMANI, 2003**).

III.1.8. Régénération

Cette cédraie est caractérisée par une très faible régénération naturelle. Le stress hydrique et les pâturages répétés sont les principaux facteurs contraignant la régénération naturelle du cèdre.

Les troupeaux broutent les jeunes semis et les pousses tendres du cèdre et exercent une action destructrice sur le sol par piétinement et tassement des horizons superficiels (**ABDELHAMID ; 1999**).

La survie des jeunes plantules lors de la période estivale demeure insignifiante suite au faible développement du système racinaire (**LECOMPTE ET LEPOUTRE, 1975; EZZA HIRI ET AL., 1994**).

III.2. Matériels et méthodes

III.2.1. Choix de station

Le choix est effectué par rapport aux nombres des pieds déperies dans la station

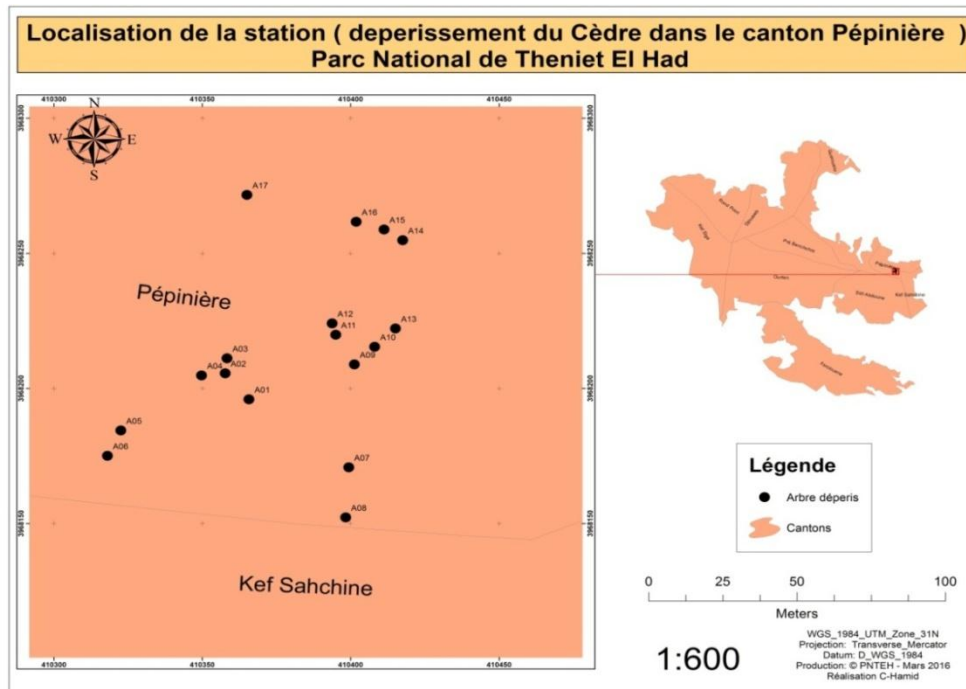


Fig18 : Carte de la station d'étude (canton pépinière)

III.2.2. Matériels biologique

Notre étude s'intéresse au cèdre de l'atlas (*CedrusAtlanticaManetti*) dans le parc national de theniet el had

III.2.3. Calendrier des sorties

Jornnée	Temps
18/09/2020	8 :00h à 15 :30h
20/09/2020	09 :30 à 16 :00 h
21/09/2020	08 :00 à 15 :30 h

III.2.4. Echantillonnage

L'échantillonnage est une pratique fondamentale pour l'étude quantitative et qualitative de la végétation (GOUNOT, 1969). Il consiste à choisir des éléments d'un ensemble très volumineux de façon à obtenir des informations objectives et d'une précision mesurable sur cet ensemble (RONDEUX, 1999). Pour notre étude, l'approche utilisée suit les étapes définies par Stokes et SMILEY (1968) dans le cadre de la dendrochronologie et MESSAOUdene (1989) dans le cadre de la dendroécologie.

On a choisi un sujet dépéri de la station 1 du canton pépinière d'une classe C1, à l'aide d'une tronçonneuse l'agent a abattu deux arbres, puis on a fait des coupes de rondelles qui ont subi le traitement suivant :

- Ponçage à l'aide du papier verre.
- Nettoyage et rinçage.
- Séchage.
- Analyse sous microscope.

Après le traitement nous avons compté le nombre des cernes figurés à la rondelle du tronc pour déterminer la datation (l'âge de l'arbre).

Ainsi on a mesuré la largeur des cernes.



Fig19 :Tronçonneuse utilisée pour la coupe R



Fig20 :Cerne coupé d'un pied en voie de dépérissement R

III.3. Résultats et discussion

III.3.1. Résultats

Tableau 3 : tableau regroupe l'âge de l'arbre et la largeur des cernes

Année	Largeur de cerne (mm)		Année	Largeur de cerne (mm)		Année	Largeur de cerne (mm)	
	Coupe 1	Coupe 2		Coupe 1	Coupe 2		Coupe 1	Coupe 2
1955	1	1	1977	2	2	1999	2	2
1956	1	1	1978	2	2	2000	1	1
1957	2	2	1979	2	2	2001	1	1
1958	1	1	1980	2	2	2002	1	1
1959	2	2	1981	2	2	2003	1	1
1960	2	2	1982	2	2	2004	1	1
1961	4	4	1983	2	2	2005	1	1
1962	4	4	1984	2	2	2006	1	1
1963	4	4	1985	2	2	2007	1	1
1964	3	3	1986	2	2	2008	1	1
1965	4	4	1987	2	2	2009	1	1
1966	2	2	1988	2	2	2010	1	1
1967	2	2	1989	2	2	2011	1	1
1968	2	2	1990	2	2	2012	1	1
1969	2	2	1991	2	2	2013	1	1
1970	2	2	1992	2	2	2014	1	1
1971	2	2	1993	2	2	2015	1	1
1972	1	1	1994	2	2	2016	1	1
1973	2	2	1995	2	2	2017	1	1
1974	2	2	1996	2	2	2018	1	1
1975	1	1	1997	2	2	2019	1	1
1976	3	3	1998	2	2	2020	1	1

Nos résultats sont interprétés dans les graphes suivants :

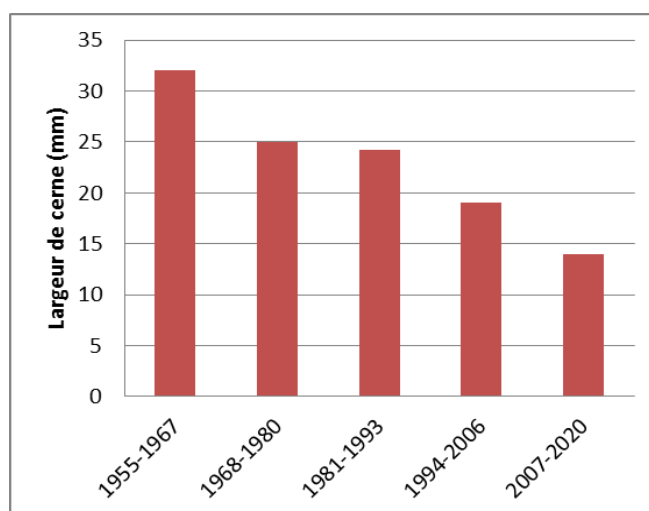


Fig21 : diagramme de l'âge de l'arbre en fonction de la largeur des cernes

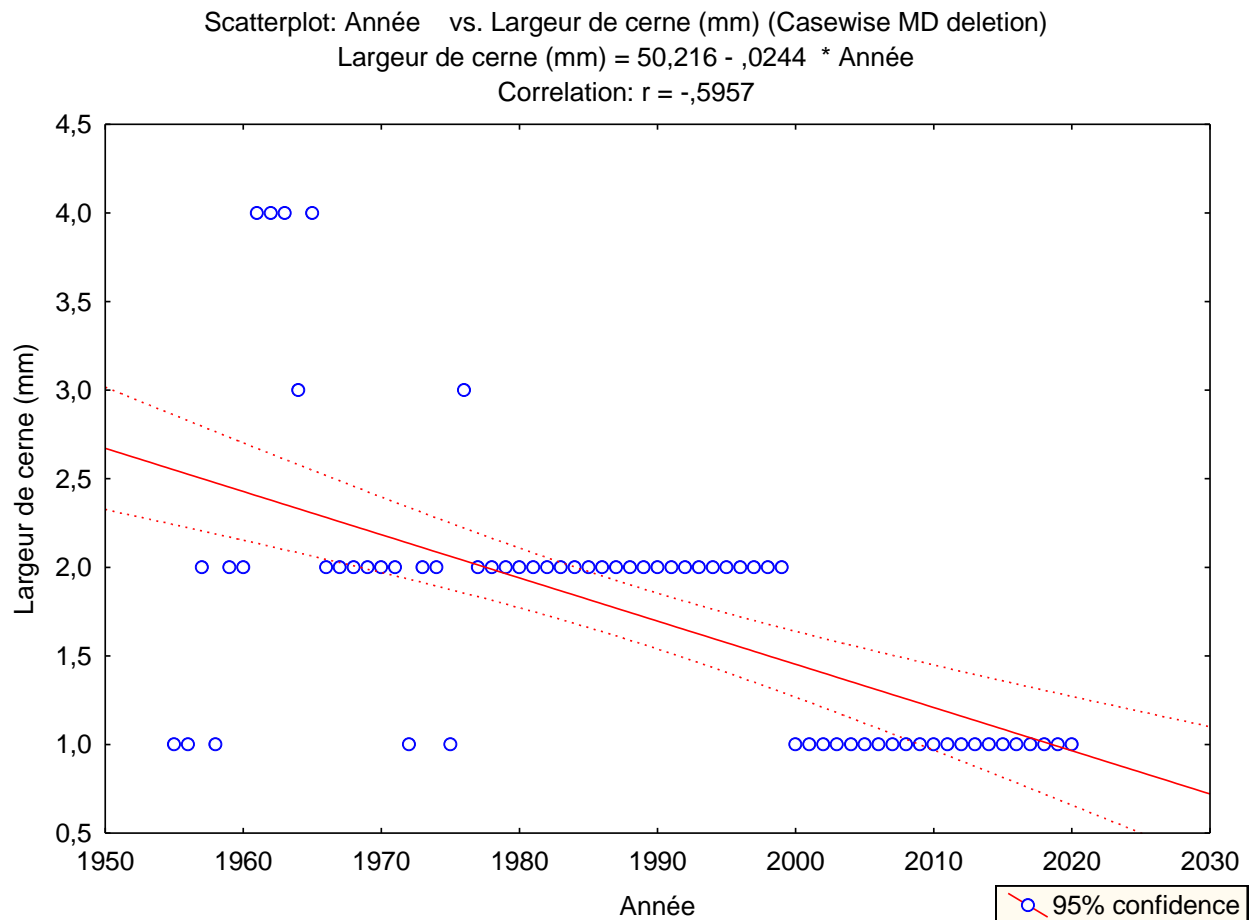


Fig22: Nuage de points qui représente l'effet des années sur la largeur des cernes (1955 à 2020) dans Parc National de Teniet El Had .

III.3.2.Discussion

Après les résultats obtenus, représentés dans les figures 18 et 19, l'âge de l'année 1955 à 2020, soit 65 ans la valeur est estimé \pm deux ans, a été défini en calculant le nombre de cernes où chaque deux cernes(sombre et claire) sont considérés par un an.

Après la lecture du graphe, nous remarquons qu'il existe une corrélation négative entre la largeur des cernes et les années ($r=-0,5$), plus on avance dans les années plus les cernes deviennent minces, ceci est due au changement des quantités de pluies qui sont en diminution graduelle. Cette dernière diminution peut être due au changement climatique qui affecte la croissance radiale de l'arbre.

Nous avons remarqué à travers ce travail que la croissance du nombre d'anneaux de l'année 1961 à 1965 est importante (cerne n° 7 jusqu'à 11) années plus pluvialeset cela est dû à la disponibilité de toutes les conditions climatiques (forte précipitation et température maximale élevée).

La largeur a commencé à se rétrécir dans des anneaux d'arbres à partir de l'an 1982 et cela est dû à la faible disponibilité des facteurs climatiques et la diminution de taux des précipitations et la température maximale.

Après l'année 2000 la région a connu une période où le taux de précipitation annuelle a présenté une diminution importante et la température maximale a augmenté du taux habituel (changement climatique) qui a asséché le sujet est devenu un arbre malade et en détérioration.

Au final, et à travers les résultats obtenus, il existe une corrélation entre le climat et le phénomène de dépérissement du cèdre de l'Atlas dans la forêt de Theniet el Had,

Parmi les causes de dépérissement des cèdres de l'Atlas au canton pépinière (versants nord) la diminution des précipitations qui a créé une période de sécheresse (une rotation des cèdres dans la zone).

On suppose aussi que les sujets dépéris ont subi une attaque par la Chenis processionnaire ou des champignons ou l'existence des nethodes dans le sol.

Conclusion

Conclusion

Conclusion

La cédraie de Théniet el Had est considérée comme étant « L'une des plus belles curiosités naturelles de l'Algérie ». (BOUDY, 1950).

Se trouve être compromise tout fois par la difficulté, de dépérissement.

La cédraie de Theniet el had est non soumise à un aménagement sylvicole particulier, le pâturage, l'incendie, le dépérissement et la difficulté de la régénération naturelle, sont à l'origine de l'état actuel de peuplement de cèdre (ZEDEK ,1993).

Le dépérissement est un phénomène très grave qui cause la mort des arbres sur pied. Les causes restent encore insaisissables vu la complexité d'interactions entre le végétal et son environnement. Signalé dans le parc de Théniet el had dès la fin des années 1970, le service forestier de la circonscription des forêts compétente y recensa en 1984, en moyenne, trois mille arbres morts sur pieds. Selon BATEL (1990 in GUITTOUN, 2004).le nombre de cèdres dépéris a été estimé à 3500 tiges par le service forestier du parc en l'an 1985.

Au terme de ce travail, les résultats obtenus montrent une interdépendance entre le climat et le phénomène du dépérissement du cèdre de l'Atlas dans la cédraie de Theniet El Had, et ce compte tenu de la baisse du régime des précipitations et l'augmentation des températures maximales surtout pendant la période coïncidant à la période d'activité cambiale et/ou la phase d'élaboration du cerne.

Les analyses dendrochronologiques montrent que le dépérissement touche les sujets d'âges varies, mais que les arbres âges sont plus touchés. Les arbres touchés dans la zone d'étude présentent un stade de dépérissement avancé, dans la mesure ou les sujets morts sur pied, et ceux qui manifestent une défoliation importante, sont les plus fréquemment recensés. Les arbres dépéris se caractérisent aussi par une faible activité cambiale et une sensibilité au climat assez élevée par rapport aux arbres sains.

La difficulté de la croissance chez les arbres dépéris s'aggrave après les années de sécheresse et conduit finalement a leur mortalité. Le stress hydrique joue le rôle de facteur déclenchant et aggravant. D'autres facteurs peuvent aussi jouer un rôle dans l'apparition de ce phénomène,

Ce phénomène se présente dans un état avancé, et les arbres dépéris sont des arbres adultes et/ou âgés. Les arbres dépéris se distinguent par une faible croissance et une sensibilité moyenne au climat très élevée. En plus de l'effet de l'âge, la sécheresse prolongée dans la

Conclusion

région au cours de la période 1980-2002 a affecté et aggravé l'état de santé du cèdre de l'Atlas. Ces résultats mettent au jour l'urgence d'entreprendre des travaux sylvicoles pour améliorer l'état de santé des peuplements et de mettre en place un dispositif de surveillance de la santé du cèdre.

A cet égard, la mise en place d'un dispositif de surveillance et d'observation de la santé du cèdre est nécessaire pour une bonne gestion des peuplements

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

- 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. INA. Alger. 106p.*
- ABDELHAMID Dj., MARNICHE F., ALLAL-BENFEKIH L., BENADJROUD N et MOUNA M 2017.** Revue Agrobiologia importance des coléoptères sylvatiques associés au cèdre de l'atlas au niveau du parc national de Theniet El Had (Algérie) juin 2017 15p
- ABDESSEMED K., 1981.** *Le cèdre de l'Atlas dans les massifs de l'Aurès et du Belezma. Etude phytosociologique et problèmes de conservation et d'aménagement.* Thèse de Doctorat 3e cycle, Université d'Aix-Marseille III, 199 p.
- ABDESSEMED S., 2010 .** Comportement des semis du Cèdre de l'Atlas en conditions de stress thermique. Mém. Magistère, Univ. MENTOURI, Constantine. 127p.
- ABEDELLOH MAHDJOUBI K ., ZERKA A ., 2018.** contribution a l'elaboration d'un systeme d'information geographique (sig) des grandes types de vegetation dans le parc national theniet el had (canton pepiniere), memoire de master, universite djilali bouaama khemis miliana, 2018 , p14.
- ALEXANDRIAN D., GOUIRAN M., 1992.** Les causes des incendies. Levons le voile !. *Forêt méditerranéenne*, n° 1, p. 41-47.
- AMIRAT Y., 2016 -** Analyse structurale de la cédraie en quelques points du Djurdjura Nord-Ouest (Thala-Guilef et Thabourth-El-Inser). Mém. Magistère, Univ. Mouloud MAMMERRI, Tizi-Ouzou. 78 p.
- ANONYME.,1985.** Parc national du Djurdjura. Réflexions autour d'une coexistence, Alger, 5p.
- ARBEZ M., FERRANDEZ P., UYAR N., 1978.** Contribution à l'étude de la variabilité géographique des cèdres. *Ann. Scien. For.*, Vol. 35, N°4. pp :265-284.
- ARBOUCHE F., 1995.** Contribution à l'étude d'un facteur limitant le fonctionnement de la phytocénose, cas du pâturage dans la cédraie de Belezma (Aurès). Thèse Magister, INA, Alger, 132p
- ASSENAC G., GUEHL JM., 1994.** Dépérissement et accidents climatiques. *Revue forestière française*. XLVI, numéro spécial « les dépérissements d'arbres forestiers, causes connues et inconnues » .1994: 458-469.
- AUSSENAC G., 1984.** Le cèdre, essai d'interprétation bioclimatique et écologique. *Bull. Soc. Bot. Fr., Actuel Bot.* N° 2-4. pp : 385-398.
- AZZOUNI A., 1980 .** Etude de la croissance du cèdre de l'Atlas introduit en moyenne altitude dans l'Atlas tellien. Mém. Ing. Agro. I.N.A, El Harrach. 60p.

Références Bibliographiques

- BAKRY M. et ABOUROUH M., 1996.** Nouvelles données sur le dépérissement du chêneliège (*Quercus suber* L.) au Maroc. Ann. Rech. For. Maroc. T(29), Pp: 24-39.
- BARITEAU M., 2003.** Les ressources génétiques forestières dans le bassin méditerranéen. Forêt méditerranéenne. t. XXIV, n°2.
- BARITEAU M., FERRANDES P., 1992.** Les cèdres, in : Amélioration des espèces végétales cultivées, Objectifs et critères de sélection. Ouvrage collectif coordonné par A.Gallais et H. Bannerot. Institut National de la recherche Agronomique. Paris. Pp : 732-743.
- BARITEAU M., VAUTHIER D., POMMERY J., REI F. et ROYER J., 2007.** Les meilleures provenances de cèdres pour le reboisement en France méditerranéenne. Forêt - Entreprise, n° 174. Pp : 21-26.
- BATEL D, 1990 .**Contribution à l'étude de la production de *cedrus atlantica manetti* en relation avec la station écologique –application au parc national de Theniet el had. Thèse ing, INA, ALGER, 62p.
- BECKER M., 1987.** Bilan de santé actuel et rétrospectif du sapin (*Abies alba* Mill.) dans les Vosges. Étude écologique et dendrochronologique. Annales des Sciences Forestières, 44 (4) : 379-402.
- BECKER, M. TACON, F. LEVY, G. 1994.** Conjonction des facteurs naturels et des pratiques sylvicoles dans le dysfonctionnement des écosystèmes forestiers, *Revue forestière française. XLVI, numéro spatial sous le titre « les dépérissements forestiers : causes connues et inconnues » 1994: 572-578.*
- BELKAID B, 1998 .** Etude phytoécologie et possibilité d'amélioration dans la cédraie dans la cédraie du parc National de Theniet el had. Thèse Ing. Institut de technologie agricole, Mostaganem, 46p.
- BELKHIRI S., 1993.** Contribution de l'étude de la régénération naturelle du cèdre de l'atlas dans le massif de Belezma, cas de djebel M'hsseur. Thè. Ing. INA., 82p.
- BELLOULA S., 2010.** Etude sur le dépérissement du cèdre de l'atlas dans le Parc National de Belezma (Wilaya de Batna) Apport de la télédétection et SIG. *Thèse Magi, univ Batna. 95p. p 14-15.*
- BELLOUMI H., 2002.** Contribution à l'étude de la régénération du cèdre de l'Atlas (*cedrus atlantica* Manetti) : influence de deux modes d'élevage sur le comportement des jeunes semis en pépinière. Mem. Ing. Uni. Batna. 81p.
- BELVAUX E., 2002.** L'Hydraulique au service de la protection des forêts contre l'incendie : Rapport d'étude. *SCPId, Ceren. France. 63p.*
- BENABID A., 1994 .**Biogéographie, phytosociologie et phytodynamique des cédraies de l'atlas *Cedrus atlantica* (Manetti). Ann. Rech .For .Maroc. T 27. pp : 61-76.

Références Bibliographiques

- BENARAB M., 1996.** Caractérisation physico-chimique des sols des monts de Belezma : Essai sur les potentialités de quelques stations de cèdre (*Cedrus atlantica* M). Mem. Ing. Uni. Batna., 101p.
- BENHALIMA, S. 2006.** Les insectes xylophages et leur rôle dans le dépérissement du cèdre de l'Atlas *Cedrus atlantica* (Endl). Carrière dans le haut et le moyen Atlas (Maroc). *Travaux de l'institut scientifique, série zoologie, rabat. 2006.* n° 46 :63p.
- BENTOUATI A ., 2008.** les forêts Algériennes. Forêt méditerranéenne t. xxix n° 2, juin 2008 .6p.
- BENTOUATI A., 2007.** La situation du cèdre de l'atlas en Algérie, Foret méditerranéenne ; journées d'études changements climatiques et foret méditerranéenne « 9 novembre 2007 ».
- BNEF., 1985.** Étude d'aménagement du Parc National de Belezma. Phase I.II.III Et IV
- BONNEAU M., 1988.** Le diagnostic foliaire. *R.F.F, XL, 1988.* n° SP: 19-28.
- BONNEAU M., 1994.** Les dépérissements à causes multiples: caractéristiques générales. *Revue forestière française.* XLVI, numéro spécial « les dépérissements d'arbres forestiers : causes connues et inconnues ». **1994:** 472 -473.
- BONNEAU M., LANDMANN G., 1988.** Le dépérissement des forêts en Europe : de quoi la forêt est-elle malade ? *La Recherche,* 19 (205) : 1542-1555.
- 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 ». **1994:** 579 -585.
- BOUDIBA M., 2002.** L'Ouarsenis : la guerre au pays des cèdres. *L'Harmattan.* 285p.
- BOUDY P., 1950.** Economie forestière Nord-Africaine : monographie et traitement des essences forestières. Ed. Larose, T2. Pp : 529-619.
- BOUDY P., 1952.** Guide du forestier en Afrique du Nord. Ed. La Maison Rustique. 505 p.
- BOUHOT-DELDUC L., LEVY A., 1994.** Rôle de la chenille processionnaire du pin dans les dépérissements du Pin maritime landais en 1990 et 1991. *Revue Forestière Française,* 5: 431-436
- BOURORGA A .,2016.** Etude de la phytodiversité dans quelques sites choisis dans les Monts de l'Ouarsenis, mémoire de Magister En Biodiversité et gestion intégrée des écosystèmes, Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen, 2016, p 30.
- BURNEL L., PELISSIER C., 2009.** Méthode de préparation d'échantillons de bois feuillus pour utilisation en dendrochronologie, *Cah, Tech, Inra,* 66,5-12, 8p.
- CAMARERO J. J., BIGLER C., LINARES J. C., GIL-PELEGRIN E., 2011.** Synergistic effects of past historical logging and drought on the decline of Pyrenean silver fir forests. *Forest Ecology and Management,* 262 : 759-769.

Références Bibliographiques

- CHEDDADI R., 2005.** Impact du climat sur quelques espèces méditerranéennes : du passé au futur. *In* Colloque « Biodiversité et changements globaux ». *Ins.Franç.Bio.* pp91-96.
- COUDE-GAUSSSEN G., 1995.** Désertification et aménagement au Maghreb. *L'Harmattan.* 313p.
- D.S.F. 2002.** Les cahiers du DSF. (La santé des forêts [France] en 2000 et 2001).
- DAHMAN M., KHOUJA M L., 1994.** Résultats des essais d'acclimatation du Cèdre en Tunisie. *Ann. Sci. For. Maroc. Numéro spécial (27).* Vol I : 129-138.
- DEHILIS A., BOUAKLINE D., 2013 .** Etude des possibilités d'extension des peuplements du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) au niveau de l'Atlas blidéen. Mém. Mas. ENSA, El Harrach. 62 p.
- DELKOV A., GROZEV O., 1994.** Résultats de l'introduction du *Cedrus atlantica* Manetti en Bulgarie de Sud-Ouest. *Ann. Sci. For. Maroc. Numéro spécial (27).* Vol I : 173-186.
- DEPARTEMENT DE LA SANTE DES FORETS (DSF) .,2007.** Dépérissement et mortalité: un éclairage de la situation en France. L'IF. n°16, 3° trimestre.
- DERRIDJ A., 1990.** Etude des populations de *Cedrus Atlantica* Manetti en Algérie .thèse doctorat. P. Sabatier(France), 282p.
- DGF., 2005.** Parc national de Theniet el had.DGF, Alger, 3p.
- EI YOUSFI M., 1994.** La sante du cèdre de l'Atlas au Maroc. *In* : Le cèdre de l'Atlas. Actes du séminaire international sur le cèdre de l'Atlas. Ifrane (Maroc), 7 – 11 Juin 1993. Annales de la recherche forestière au Maroc **27** (spécial). Pp : 594-611.
- EZZAHIRI M., BELGHAZI B., 2000.** Synthèses de quelques résultats sur la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas au Moyen Atlas (Maroc). *Sci. & Chang. Plan. /Secheresse.* Vol. 11, N° 2. 79-84 p.
- FABRE J.P., 1976.** Extension du cèdre et risques d'attaques d'insectes. *R.F.F. XXVIII -4-* Class. Oxford 174 CEDRUS: 453.
- FUHRER E., 1990.** Forest decline in central Europe:Additional aspects of its cause. *Forest Ecology and Management*, 37: 249-257.
- GACHI M. KH2MICI M. et ZAMOU% M., 1986.** Sur la présence en Algérie de la processionnaire du cèdre *T. bonjeani* Powell (*Lepidoptera thaumetopoeidaé*). *Ann. Rech. Forest. Algérie I.* Pp : 53-63.
- GACHI M., 1989.** Eco-biologie de la processionnaire du cèdre *Thaumetopoea bonjeani* Powel. (*Lepidoptera, Thaumetopoeidae*) en Algérie. Séminaire International de Biologie - Constantine. Mai 1989, 13 p.

Références Bibliographiques

- GAGNON G., ROY G., 1994.** Le dépérissement de l'Erable à sucre (*Acer saccharum* Marsh). *Revue forestière française*, XLVI, numéro spécial sous titre « les dépérissements d'arbres forestiers : causes connues et inconnues. 1994 : 512-521.
- GARREC JP., KERFOURN C., LAITAT E., 1989.** Etude des surfaces foliaires des arbres dépérissants. *Ann. sci. For.* 1989. n°46 (supplémentaire): 547-552.
- GAUSSEN H., 1967 .** Les gymnospermes actuelles et fossiles ,Faculté des sciences de Toulouse. Fasc .7, 477p.
- GAZOL A., RIBAS M., GUTIERREZ E., CAMARERO J., 2017.** Aleppo pine forests from across Spain show drought induced growth decline and partial recovery. *Agricultural and Forest Meteorology*, 232: 186-194
- GAZONNEAU A., 2007.** Pour la forêt méditerranéenne, le changement climatique est déjà à l'œuvre. <http://actscience.blogspot.com/2007/11/pour-la-for-mediterranenne-le.html>
- GUYON J.P., 1991.** Dépérissement du pin maritime (*Pinus pinastre* Ait) en Vendée. Les causes écologiques. *Ann. Sci. For.*48. Pp : 333-346.
- HADJI O., 1991.** Contribution à l'étude de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* M) en foret domaniale de Belezma W (Batna). *Mem. Ing. Agr. I.N.A. El-Harrach. Alger.* 81p.
- HADJI O., 1998.** Contribution à l'étude éco-physiologique du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* M.) au Parc national de Theniet el Had (W de Tissemsilt).Thèse Magister, INA, Alger, 147p.
- JACAMON M., 1987 .** Guide de dendrologie. T 2. Feuillus .Ed. E.N.G.R.E.F, Nancy. 256p.
- JUM, HUNT .,PENUELAS., 2006.** Rapid climate change-related growth decline at the southern range edge of *fagus sylvatica*. *Global change Biology*, 12. Pp: 2163-174.
- KHANFOUCI (M.S.), 2005.** Contribution a l'étude de la fructification et de la régénération du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* M.) dans le massif du Belezma. Thè. Mag. Uni.Batna. 249p.
- KHEDIM. R ., 2018 .** Étude de la biodiversité lichénique du Parc National de Theniet-el-Had (Tissemsilt, ALGERIE) , Université Djillali Liabes de Sidi-Bel-ABBES, 2018, P56.
- KROUCHI F., 1995 .** Contribution à l'étude de l'organisation reproductive du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) à Tala-Guilef (Djurdjura Nord occidental). *Mém. Mag. I.N.A., El Harrach.* 105p.
- KROUCHI F., 2010 .** Etude de la diversité de l'organisation reproductive et de la structure génétique du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) en peuplement naturel Tala-guilef, Djurdjura Nord-Ouest, Algérie. Thès. Doc. Univ. Mouloud MAMMARI, Tizi-Ouzou. 227p.
- LAABED A., 2006.** Les principales pistes du dépérissement du cèdre. Pp : 1-110.

Références Bibliographiques

- LADJAL M., 2007.** Etude de l'effet du stress hydrique sur la germination des graines de différentes provenances de *Cedrus libani* et de *Cedrus atlantica*. Mémoire de D.E.A. Univ. Nancy I, Fac sci, 24p
- LANDMANN G., 1991.** Les recherches en France sur le dépérissement des forêts. Nancy (France) : ENGREF, 131p.
- LAURENT C., LECOMTE H., 2006.** La santé des forêts. RES. FOR 3.
- LE HOUEROU H. N., 1975 .** Deterioration of the ecology in the arid zones of North Africa. FAO, Rome. pp : 45-57.
- LEBOURGEOIS F., 2008.** Introduction à la dendrochronologie, LERFOB, 2008,56 p.
- LEBOURGEOIS F., LEVY C., BECKER M., LEFEVRE Y., 1997.** Rôle de la nutrition minérale et de l'approvisionnement en eau sur la croissance du pin laricio corse dans l'ouest de la France. Annales des Sciences Forestières, 54 : 279-300
- LECOMPTE M., LEPOUTRE B., 1975.** Bilan de l'eau et conditions d'existence de la cédraie dans le moyen atlas basaltique (Maroc) utilisation d'une « analyse d'information mutuelle » entre les espèces et les variables du milieu. *Ann. Rech. For. Maroc. T 15. pp 153-265.*
- LEPOUTRE B., 1963.** Rôle des mycorhizes dans la biologie des jeunes cèdres. C.R. Soc. des Sc. nat. et phys. au Maroc., t. XXIX, no 5-6, Rabat, 1963.
- LIEUTIER F., DINON J., DELATOUR C., 1994.** Place des agents biotiques dans le dépérissement forestier. *Revue forestier française. XLVI*, numéro spécial « les dépérissements d'arbres forestiers : causes connues et inconnues.1994: 418-421.
- LOUNI Djallil., 1994 .**les forêts Algériennes. Forêt méditerranéenne t. xv n° 7, janvier 1994.5p.
- M'HIRIT O., 1982 .** Etude écologique et forestière des cédraies du Rif marocain. Essai sur une approche multidimensionnelle de la phytoécologie et de la productivité de cèdre (*Cedrus atlantica*. Manetti).Ann. Rech. Forest. Maroc, T 22. 502p.
- M'HIRIT O., 1994.** Le Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) présentation générale et état des connaissances à travers le réseau Silva Méditerranéa "le Cèdre". *Ann. Sci. For. Maroc. Numéro spécial (27). Vol I : 03-22.*
- M'HIRIT O., 2006 .** Le cèdre de l'atlas : mémoire du temps. Ed. Mardaga.288 p.
- MAIRE R., 1926.** *Notice de la carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie.* Gouv. gén. alg., Serv. carto., Bacconnier, Alger, 78 p.
- MARIN M.S., L. CORRAL & G. PANEQUE, 1986.** Morfologia y propiedades quimicas de suelos forestales de Argelia. Suelos bajo *Abies numidica* y *Cedrus atlantica*. *Anal.de Edaf. y Agrobiol.*, XL, 369-381.

Références Bibliographiques

- MAZIRT N., 1991.** Contribution à l'étude des facteurs de dégradation de la cédraie du Parc National de Belezma. Thèse. Ing. Uni. INA. Alger. 34p.
- MEDDOUR R., 1994 .** La cédraie de l'Atlas Blidéen (Algérie). Valeur bioclimatique syntaxonomique et dynamique. Ann. Rech. For. Maroc. T 27. pp : 105-127.
- MICAUX D., 2007.** Le dépérissement de la sapinière de l'Aude. Journées d'études « *Min, Agri. Alim. Pêche Aff.rur. Paris (DERF).* 2002, n°1 : 132p
- MOUNA M., 1986.** Possibilités et époque de lutte contre la tordeuse du cèdre *acleris undulana* walsingham. Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, 1986, n° 10 p. 209 -210
- MOUSSAFIR M., 2007.** Le cèdre, emblème du moyen Atlas. Quotidien Aujourd'hui le Maroc. N° de parution 1371.
- NAGELEISEN, LM. 1994.**Dépérissement actuel des chênes. *Revue forestière française.* XLVI, numéro spécial sous titre « les dépérissements d'arbres forestiers : cause connues et inconnues » . 1994 : 504-511.
- NEDJAH A., 1988 .** La cédraie du Chréa (Atlas Blidéen). Phénologie, productivité, régénération. Thèse. Doc. Uni. Nancy I. 184 p.
- PNTEH ; 2019.** direction de parc national de theniet el had.
- PNTH ; 2006.** Atlas des parcs nationaux algériens. DGF et parc national de TEH, Alger, 98p.
- PRADAL F., 1979.** Variabilité génétique et écophysiological du cèdre. Résumé. INRA département Forêt. Nancy.
- QUEZEL P ., 1956.** Contribution à l'étude des chênes à feuille caduques d'Algérie Mém, Soc, Nat, Afr, Nord. N. 1(1) . 157.
- QUEZEL P. & S. SANTA, 1962-1963.** *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques.* CNRS, Paris, 2 vol., 1170 p.
- QUEZEL P., 1956.** Contribution à l'étude des chênes à feuilles caduques d'Algérie. *Mém. Soc. Hist. Nat. Afr.Nord, N.S.,* 1 (1), 1-57.
- QUEZEL P., 1957.** *Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord.* Lechevalier, Paris, 463 p.
- QUEZEL P., 1964.** L'endémisme dans la flore de l'Algérie. *C. R. Soc. Biogéog.,* 361, 137-149.
- QUEZEL P., 1998.** Cèdres et cédraies du pourtour méditerranéen : signification bioclimatique et phytogéographique. *Forêt méditerranéenne,* 19, 234-260.
- QUEZEL P., 2000 .** Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. Ibis Press, Paris, 117 p.
- QUEZEL P., 2002.** *Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen.* Ibis Press, Paris, 112 p.

Références Bibliographiques

- RAHMANI N., 2003.** Contribution à l'étude de l'influence du Dépérissement sur la qualité de bois du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) au niveau du parc national des cèdres de Theniet el Had (W Tissemsilt). These Ing, UIK, Tiaret, Alger, 72p.
- 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.
- SALAMANI M., 1991.** Premières données palynologiques sur l'histoire Holocène du massif de l'Akfadou (Grande-Kabylie, Algérie). *Ecologia mediterranea* : XVII, 145-159.
- SARI D., 1977.** L'homme et l'érosion dans l'Ouarsenis (Algérie). *SNED. Alger.* 623p.
- SARMOUM M., 2008.** Impact du climat sur le dépérissement du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti). Diagnostic dendroécologique et climatique de la cédraie de Theniet El Had (Wilaya de Tissemsilt). *Thès. Magi. USTHB. Alger.* 98p.
- SARMOUM M., NAVARRO-CERRILO R., GUIBAL F., 2019 .** Bilan actuel et rétrospectif du dép l'atlas érissement du Cèdre de L'atlas dans le parc national de Theniet El Had (Algérie) .Bois et forets des tropiques . 12p.
- SCHOENBERGER A, 1970.** Etude de la végétation de l'Aurès oriental. FAO. Projet Algérie 15. 20 p.
- SELTZER P., 1946.** Le climat de l'Algérie. *Imp. Latypo. et jules carbone. Réunion. Alger.* 220p.
- TALEB M A 2010.,** Contribution à l'étude de l'influence de la densité sur le dépérissement du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans Le Parc National de Theniet el Had (W. Tissemsilt) These magister, univ ziane Achour, Djelfa, 2010 144p.
- TOTH J., 1970.** Plus que centenaire et plein d'avenir : le cèdre en France. *Rev. For. Fr.*, vol .22, n° 3. Pp : 355-364.
- TOTH J., 1971.** Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* en France). *Bulletin de la vulgarisation forestière.* N° 4. Pp : 5-19.
- TOTH J., 1973 .** Premières approches de la production potentielle du cèdre de l'Atlas dans le sud de la France. *Rev. For. Fra.* Vol. 25, N° 5. pp : 381-389.
- TOTH J., 1978 .** Contribution à l'étude de la fructification et de la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* M) dans le sud de la France. *Thès. Doc. Univ. Aix Marseille, Marseille.* 196 p.
- TOTH J., 1980.** Le cèdre III. La graine des plants en pépinière, reboisement, régénération naturelle. *For. Pri., Rev. For. Euro.* N° 132. pp : 41-47.
- TOTH J., 1981.** Contribution à l'étude monographique du cèdre méditerranéen. INRA. Station d'Avignon : 25p.

Références Bibliographiques

- TOTH J., 1990** . Le cèdre III. Intérêt paysage. Cédraie touristique. Forêt privée. N° 195. 8p.
- TOTH J.P., 2005**. Le cèdre en France, étude approfondi de l'espèce. Edi Harmattan, Paris, 271p.
- UNESCO-FAO., 1963**. Étude écologique de la zone méditerranéenne. Carte bioclimatique de la zone méditerranéenne. Notice explicative. *Imp. Firmin-Didot*. 60p.
- VANNINI A., 1990**. Susceptibility of *Quercus cerris* to *Hypoxylon mediterraneum* at different levels of water stress. In Proceedings. In International Symposium Oak Decline in Europe. Kórnik, Poland, pp. 165-172.
- YAHİ N. et MADIOUNI K., 1997**. Phytosociologie des groupements à cèdre (*Cedrus atlantica* Man.) du massif de Théniet El Had. Coll. Phyto., Bailleul, pp 479 – 490.
- YAHİ N., DJELLOULI Y., FOUCAULT B., 2008**. Diversité floristique et biogéographique des cédraies d'Algérie, *Acta Botanica Gallica* ,155 : 3, 389-402, 15p.
- YAHIAOUI M.-R., 2010**. La forêt des cèdres de Theniet el had - Le paradis des cèdres. *Theniet el had news*. n°2. pp 1-2.
- YVES M., 2005**. La forêt face au changement de climat. Exposé lors de la réunion d'information sur « La sylviculture et les changement climatiques ». CRPF. Florac.
- ZAIDI S., 2002**. Régénération naturelle du cèdre (*Cedrus Atlantica Manneti*) et sa dynamique forestière dans l'atlas blideen (massif de chréa). Thèse de magister, Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene, Alger ; 186p.
- 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. Magi. INA. Alger. 175p.
- ZIMMERMANN J., HAUCK M., DULAMSUREN C., LEUSCHNER C., 2015**. climate warming-related growt decline affects *Fagus sylvatica* but not other broad-leaved tree species in Central European Mixed Forests ,13P

Site web:

(ALGERIE-MONDE;), <http://www.algerie-monde.com/parcs-naturels/theniet-el-had/>

Annexes

Pied sain. R



Pied en voie de dépérissement. R



Pied dépéri. R



Schémad'un xylophage. R



Résumé

Le Cèdre de l'Atlas du parc national de Theniet El Had connu une forte régression ces dernières années et ça est du au phénomène de dépérissement et en revanche l'absence de la régénération.

L'objectif du présent travail est à la fois de chercher les causes du dépérissement sur la base de la dendrochronologie, et de mettre le point sur l'impact du facteur écologique climat qui agisse sur ce phénomène sur ce phénomène

Mot clé :Dendrochronologie, Dépérissement de cèdre, parc nationale de Theniet El Had.

Abstract

The Atlas Cedar of the park national of Theniet El Had has experienced a strong regression in these last years and this is due to the phenomenon of decline and in the same time the absence of regeneration.

The objective of this present work is both to seek the causes of decline basing on dendrochronology, and to take stock of the impact of ecological factor climate acting on this phenomena.

Key words:dendrochronology,Cedardieback,Theniet El Had national park.

ملخص

عرفت أشجار الأرز الأطلسي في الحظيرة الوطنية بثنية الحد تراجع حاد في السنوات الأخيرة و هذا

راجع إلى ظاهرة مرض الأرز من جهة و انعدام التجديد من جهة أخرى.

الهدف من هذا العمل هو معرفة أسباب مرض الأرز على أساس علم تقدير عمر الأشجار والتركيز على تأثير

العامل البيئي المناخ على هذه الظاهرة.

الكلمات المفتاحية: تقدير عمر الأشجار، مرض الأرز، الحظيرة الوطنية ثنية الحد.