

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun–Tiaret

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : "Sciences de la Nature et de la Vie"

Filière : "Ecologie et environnement "

Spécialité : "Biodiversité et écologie végétale "

Présenté par :

-AICHOUCHE Hind

-AZZOUZ Rahil

- ELACHEACHE Nour El Houda

Thème

**Contribution à l'étude de l'état sanitaire de
déperissement du *Cèdrus atlantica* Manetti dans le
parc national de Theniet El Had (cas du canton
OURTENE).**

Soutenu publiquement le 25/06/2019

Jury:

Président: Mr ZEDEK M.

Encadreur : M^{elle} BOUAZZA Kh.

Examineur : M^{elle} NAGGAR O.

Grade

MAA

MAA

MAB

Année universitaire 2018–2019

Remerciements

Nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apportés leurs aides et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de cette formidable année universitaire.

Nos remerciements et nos gratitudes vont à notre promotrice Melle BOUZZA Kh. d'avoir accepté de prendre en charge et de suivre notre travail avec une grande patience.

A monsieur ZEDER M qui a accepté de présider le jury et Mme NAGGAR O d'avoir voulu examiner de près notre travail.

A monsieur SARMOUM M. le responsable de master, spécialité : Biodiversité et écologie végétale.

A tous nos enseignants pour la richesse et la qualité de leurs enseignements et déploient de grands efforts.

Dédicace

Je dédie ce Mémoire

A ma chère mère,

A mon cher père,

*Qui n'ont jamais cessé, de formuler prières à mon égard de me soutenir et de m'épauler
pour que je puisse atteindre mes objectifs.*

A mes frères, Ismail et Mohamed

A mes chères sœurs et ses maris,

Pour ses soutiens moraux et leurs conseils précieux tout au long de mes études.

A ma chère grande mère, Qui je souhaite une bonne santé.

A Mes chers binômes, Rahil et Houda

Pour ses ententes et ses sympathies.

A Ms Miloud Hemich Qui m'a aidé et supporté dans les moments difficiles.

*A mes amis et mes collègues de promotion, Pour leurs aides et supports dans les
moments difficiles*

*A Tout mon estime et ma reconnaissance pour l'ensemble des enseignants pour leurs
efforts qu'ils ont déployés afin de nous orienter durant notre cursus universitaire.*

Hind

Dédicace

A toi mon père, l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral, source de joie et de bonheur. Celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te réserve une place, dans son vaste paradis.

A toi ma mère, la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur, je t'adore.

Aux personnes dont j'ai bien apprécié la présence dans ce jour : à mes chers frères Djawad et Wail, à ma petite sœur Mayar et à la prunelle de mes yeux ma petite Ghofran.

A tous les membres de ma famille : tantes, oncles, cousins et cousines, en particulier mes chères Hibat et Aicha et sans oublier la petite nouvelle de la famille, Israa.

A ceux que j'aime beaucoup, qui m'ont toujours soutenu et étaient toujours à mes côtés, mes chères amies spécialement : Kheira.

Je termine avec les personnes qui ont partagé tout le travail, qui ont supporté mon humeur aux moments de stress, mes binômes : Hind et Houda et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail, je vous dis merci.

Rahil

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

*A ma mère, ma raison de vivre, la lanterne qui éclaire mon chemin et illumine de
douceur et d'amour.*

*A mon père en signe d'amour, de gratitude et de reconnaissance pour le soutien dont il a
fait preuve à mon égard.*

A ma sœur Ahlem qui m'a inspiré

A mon frère Djalil

*A mon frère Adel et sa femme qui m'ont encouragé et cru en moi et leur petite fille
adorable Ibtihal.*

A Mon neveu Mohamed et nièce Houda et leurs parents Habib et Nacira

*A mes chers amis en témoignage de l'amitié sincère qui nous a réunis et des bons
moments passés ensemble*

A mes deux binômes Rahil et Hind

*Je remercie tous les autres pour m'avoir donné la force et la volante de continuer et
d'aller en avant.*

Houda

Sommaire

Introduction.....	1
-------------------	---

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1 : Généralités sur le cèdre de l'Atlas

1. Généralités sur le cèdre de l'Atlas.....	3
1.1. Taxonomie.....	3
1.2. Caractéristiques botaniques.....	3
1.3. Cycle de reproduction.....	5
1.4. Caractéristiques écologiques et climatiques.....	6
1.5. Répartition géographique.....	7
1.5.1. Aire naturelle.....	7
1.5.2. Aire d'introduction.....	8
1.6. Utilisation.....	9
1.7. Régénération naturelle.....	9
1.8. Association végétale.....	10
1.9. Ennemis.....	10

Chapitre 2 : Dépérissement forestier

2. Dépérissement forestier.....	12
2.1. Définition.....	12
2.2. Dépérissement à l'échelle Nord-Africaine.....	12
2.2.1. En Algérie.....	12
2.2.2. Au Maroc.....	13
2.3. Dépérissement à l'échelle mondiale.....	13
2.4. Types de dépérissement.....	13
2.5. Symptômes de dépérissements forestiers.....	13
2.5.1. Symptômes des feuillages.....	14
2.5.2. Symptômes des bourgeons, des pousses et des rameaux.....	14

2.5.3. Symptômes des troncs et des branches.....	14
2.6. Facteurs de dépérissement.....	15
2.7. Causes de dépérissement forestier.....	15
2.7.1. Actions anthropiques.....	16
2.7.2. Changements climatiques.....	16
2.8. Méthode de luttés.....	17

PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre 03 : Présentation de la zone d'étude

3. Présentation de la zone d'étude.....	18
3.1. Présentation de la cédraie de Theniet El Had.....	18
3.2. Situation, superficie et limites géographiques.....	18
3.3. Aspect topographique.....	20
3.4. Aspect géologique.....	20
3.5. Aspect pédologique.....	21
3.6. Aspect floristique.....	22
3.7. Aspect faunistique.....	22
3.8 Aspect hydrographique.....	23
3.9. Aspect climatique.....	24
3.10. Actions anthropiques.....	24
3.11. Tourisme.....	25
3.12. Présentation de canton OURTEN.....	25

Chapitre 04 : Matériel et méthodes

4. Matériel et méthodes.....	26
4.1 Procédure d'échantillonnage.....	26
4.2. Données à récolter.....	27
4.2.1. Données dendrométriques.....	27
4.2.2. Données topographiques.....	29
4.2.3. Données de dépérissement.....	30

Chapitre 05 : Résultats et discussion

5. Résultats et discussion.....	32
5.1. Étude symptomatologique.....	32
5.1.1. Classe 0.....	32
5.1.2. Classe 1.....	32
5.1.3. Classe 2.....	33
5.1.4. Classe 3.....	34
5.1.5. Classe 4.....	35
5.2. Indice de dépérissement.....	36
5.3. Facteurs stationnels.....	36
5.3.1. Exposition.....	37
5.3.2. Altitude.....	38
5.3.3. Pente.....	39
5.3.4. Microrelief.....	39
5.4. Données dendrométriques.....	40
5.4.1. Circonférence à 1.30.....	41
5.4.2. Hauteur totale.....	41
5.4.3. Hauteur du houppier.....	42
5.4.4. Surface terrière.....	43
Conclusion.....	45
Références bibliographiques.	

Liste des figures

Figure 1.1 : Cèdre de l'Atlas dans le canton OURTENE.....	4
Figure 1.2: Ecorce, cône, rameau et aiguilles de cèdre de l'Atlas	5
Figure 1.3 : Cycle reproductif de cèdre de l'Atlas.....	6
Figure 1.4 : Répartition du cèdre de l'Atlas en Afrique du nord.....	8
Figure 1.5 : Chenille processionnaire du pin.....	11
Figure 3.1: Carte de situation du Parc National de Theniet El Had	19
Figure 3.2 : Délimitation de la zone d'étude.....	20
Figure 3.3 : Carte des sols du Parc National de Theniet El Had	21
Figure 3.4: Carte de végétations du parc national de Theniet El Had.	22
Figure 3.5: Carte hydrographique du parc national de Theniet El Had	23
Figure 3.6 : Actions anthropiques dans le parc national de Theniet El Had.....	24
Figure 3.7 : Carte de situation du canton OURTENE.....	25
Figure.4.1 : Emplacement des arbres dépéris et dépérissants à travers le canton OURTENE.....	26
Figure 4. 2: Mesure de la hauteur totale des arbres	28
Figure 4.3 : Niveaux de mesure de la grosseur des arbres en situation particulière	29
Figure 4.4 : Matériels dendrométriques et topographiques utilisés.	30
Figure 5.1 : Arbre sain (classe 0).....	32
Figure 5.2 : Arbre desséché (Classe 1).....	33
Figure 5.3 : Cèdre affaibli par l'attaque des chenilles processionnaires (Classe 2).....	34
Figure 5.4 : Cèdre dépérissant (classe3).....	35
Figure 5.5 : Cèdre mort sur pied (classe 4)	36
Figure 5.6 : Fréquences relatives des classes de l'indice de dépérissement.....	37
Figure 5.7 : Répartition en % des classes d'exposition.....	38
Figure 5.8 : Répartition en % des classes d'altitude	38
Figure 5.9 : Répartition en % des classes de pente	39
Figure 5.10 : Répartition en % des classes de microrelief.	40
Figure 5.11 : Fréquences relatives des classes de circonférences à 1.30m	41
Figure 5.12 : Fréquences relatives des classes des hauteurs totales.	42
Figure 5.13 : Fréquences relatives des classes du houppier (m).....	43
Figure 5.14 : Fréquences relatives des classes des surfaces terrières(m ²).....	44

Liste des tableaux

Tableau 4.1 : Classes de dépérissement du cèdre dans le canton OURTENE	30
Tableau 4.2 : Observation du poids des arbres dépéris	31
Tableau 4.3 : les classes d'indice de dépérissement de cèdre de l'Atlas.....	31
Tableau 5.1 : Statistiques descriptives des tiges du cèdre dépéris et dépérissants dans le canton OURTENE.	40

Liste des abréviations

C 1.30 : Circonférence à 1,30 m

CV : Coefficient de Variation

D.G.F : Direction Général des Forêts

E : Est

FAO: food and agriculture organization

g : Surface terrière

Ht : Hauteur total

ID: Indice de Dépérissement

N-E : Nord-Est

O.N.F : Office National des Forêts

P.N.T.E.H: Parc National de Theniet El Had

Introduction

INTRODUCTION

Une superficie de 4.1 millions d'hectares est couverte par le patrimoine forestier Algérien, dont 1.3 million d'hectare représente les terres productives et le reste les terres improductives (FAO, 2000). L'Algérie une partie essentielle du bassin méditerranéen, qui est considéré comme l'une des territoires les plus riche en ressources naturelles, mais à cause du changement climatique associée à une forte action anthropique ont entraînés une régression inquiétante du patrimoine forestier (Louni, 1994). Parmi ces essences forestières, il y'a le cèdre de l'Atlas d'une superficie de 16000 ha répartie en îlots discontinue (FAO, 2000).

Le cèdre de l'Atlas (*Cèdrus atlantica* Manetti), est une essence majestueuse des hautes montagnes de l'Algérie et du Maroc (l'Afrique du Nord) est y endémique, possède une capacité de tolérance face aux stress climatiques et un développement juvénile rapide (Boudy, 1950). Il a une qualité forestière importante qui est le maintien d'un équilibre biologique grâce à sa faible inflammabilité (Lanier et *al.*, 1976). Toutefois, cette essence est menacée par une affluence pathologique, qui conduit à la mort de certaine essence si aucune mesure n'est prise en compte contre ce fléau connue sous le nom de dépérissement.

Le dépérissement est défini comme un phénomène complexe expliqué par l'altération durable de l'apparence externe de l'arbre qui se termine souvent par la mort des arbres (diminution de la qualité et la quantité du feuillage ainsi que la mortalité d'organe pérenne), dont les facteurs principaux peuvent être nombreux et non identifiables (Delatour, 1990). Ce phénomène a touché un très grand nombre de cédraies de l'Algérie par différents degrés et celle du parc national de Theniet El Had qui n'a pas échappé, La création de ce parc national fut en 1923 pendant la période coloniale, et dit encore une fois parc national après l'indépendance en 1983 (Boudy, 1950), il localise dans le nord-ouest de l'Algérie dans la willaya de Tissemsilt. (Abdelhamid et *al.*, 2017). Cette dernière révèle une importance spécifique étant donné qu'elle fasse partie du premier parc crée en 1923 (Boudy, 1950).

Le phénomène de dépérissement reste une problématique qui a toujours troublée les services forestiers et les chercheurs qui supposent que le changement climatique, le stress hydrique, l'âge des arbres et le type de sols sont parmi les causes de ce fléau, mais ça reste une hypothèse. donc qu'elle est l'état sanitaire du cèdre dans le canton OURTENE ? . Pour cette raison l'objectif de notre étude est de connaître l'état sanitaire des arbres dépérissants dans le canton OUTRENE du versant sud du parc national de Theniet El Had.

Le travail présenté subdivise en deux parties, une partie bibliographique et une partie expérimentale ; la première partie contient deux chapitres, le premier chapitre présente des généralités sur le cèdre de l'Atlas et le deuxième chapitre traite le dépérissement forestier. La partie expérimentale contient trois chapitres. Le chapitre trois présente une description de la zone d'étude. La démarche méthodologique ayant servi à l'étude et les données récoltées seront étalées au niveau du chapitre quatre où nous présenterons les différents facteurs écologiques et les variables dendrométriques. Le cinquième chapitre sera alors relatif à la synthèse expérimentale et à l'interprétation des résultats acquis et traités statistiquement.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1
GÉNÉRALITÉS SUR LE
CÈDRE DE L'ATLAS

1. Généralités sur le cèdre de l'Atlas

Le cèdre de l'Atlas (*Cèdrus atlantica*) est un conifère considéré par plusieurs auteurs comme une essence endémique de la région de l'Afrique du Nord (Algérie et Maroc). C'est l'essence la plus importante de point de vue économique et écologique de la montagne méditerranéenne (M'hirit et Benzyane, 2006).

Le genre *Cèdrus* appartenant à la famille des pinacées, est classé après le genre *Pinus* en ancienneté, et notamment représenté par quatre espèces : deux au proche orient, la première est le *Cedrus libani* en Liban, en Syrie et en Turquie ; la deuxième : *Cedrus brevifolia* Dode à Chypre, une en Afrique du Nord *Cedrus atlantica* Manetti et enfin, une dans l'Himalaya *Cedrus deodora* Loud en Afghanistan et sur le versant sud et de l'Himalaya occidental (Debazac, 1991).

1.1. Taxonomie

Selon Chadeaud et Emberger (1960), le genre *Cèdrus* appartient à la systématique suivante :

- ✂ Embranchement : Spermaphytes.
- ✂ Sous embranchement : Gymnospermes.
- ✂ Classe : Vectrices.
- ✂ Ordre : Coniferales.
- ✂ Famille : Pinacées.
- ✂ Sous famille : Abiétées.
- ✂ Genre : Cèdres.
- ✂ Espèce: *Cèdrus atlantica*.
- ✂ Nom commun : Cèdre de l'Atlas.
- ✂ Nom en Arabe : Madad.
- ✂ Nom berbère : Begnoun.

1.2. Caractéristiques botaniques

Le Cèdre de l'Atlas est un arbre magistral à croissance assez rapide qui peut atteindre 40 m de hauteur et 2 à 3 m de circonférences (figure 1.1). C'est un arbre très longévifs avec un âge d'exploitabilité de 80 à 100 ans. Il se caractérise par sa forme pyramidale, la cime s'aplatie avec l'âge ; il possède un système racinaire extrêmement puissant et bien développé (Riou-Nivert, 2001 ; Jacamon, 2002).



Figure 1.1 : Cèdre de l'Atlas dans le canton OURTENE (photo prise le 25/03/2019)

Les différentes caractéristiques botaniques de cèdre de l'Atlas sont (Riou-Nivert, 2001 ; Jacamon, 2002) :

- ∞ **Ecorce** : lisse et brune en étant jeune, puis petites écailles, ensuite gris foncé ; enfin crevasses sinueuses quand âgé.
- ∞ **Rameaux** : Longs, fins, de couleur grise jaunâtre, assurant la croissance et courts, insérés sur les précédents et dressés si dessus.
- ∞ **Aiguilles** : sont pointues persistant 3-4 ans, aigues, assez rigides 15-20mm ; vert plus ou moins glauque. Sur les rameaux longs, elles sont isolées et soudées à l'écorce mais sur les rameaux courts, elles sont superposées serrées.
- ∞ **Bourgeons** : sont petits, globuleux, et gris-brun jaunâtre.
- ∞ **Fleurs** : se situe à l'extrémité de rameaux courts. Floraison à l'automne.

- ∞ **Cônes** : dressés, gros (5-8 cm), larges, déprimés au sommet, lisses (figure 1.2) ; écailles minces, coriaces et très serrées ; verts, puis brun violacé ; ils se désarticulent par l'humidité. Graines triangulaire, grosses 10-15 mm (10 000-15 000/kg), très résineuses, aile large.
- ∞ **Branches** : ne sont pas étagées en verticilles, elles naissent isolément et une multitude de petits rameaux alors, sa ramure est horizontale.
- ∞ **Bois** : sans canaux résinifère, très odorant, très durable, brun-jaune ; nœuds fréquents ; résistance mécanique relative, assez cassant.

*Ecorce**Cône**Rameau et aiguilles*

Figure 1.2: Ecorce, cône, rameau et aiguilles de cèdre de l'Atlas (photo prise le 25/03/2019)

1.3. Cycle de reproduction

Les cycles reproducteurs des cèdres sont caractérisés par une floraison automnale où les strobiles (inflorescence en forme de cône). Mâles apparaissent en fin juin de l'année n avec deux mois avances que les inflorescences femelles apparaissent comme le montre la figure 1.3.

L'apparition reportée des fleurs femelle suggère que les bourgeons reproducteurs des deux sexes débutent à des périodes différentes. La fécondation a lieu en juin $n+1$ et les grains sont formés à l'automne. Ils ne seront toutefois libérés qu'un an plus tard, à l'automne $n+2$ ou durant l'hiver suivant (Philippe et *al.*, 2006).

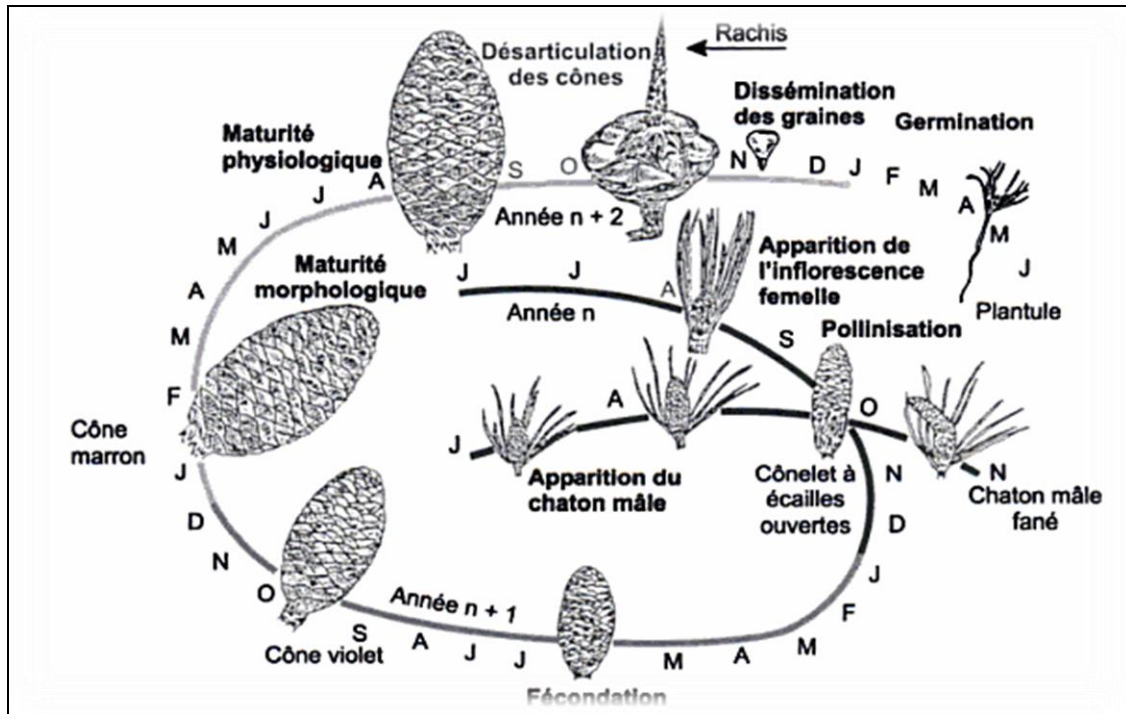


Figure 1.3 : Cycle reproductif de cèdre de l'Atlas (Philippe et al., 2006).

1.4. Caractéristiques écologiques et climatiques

Le cèdre pousse dans son aire d'origine sur l'altitude de 1400 à 2200, chaque cédraie possède ses limites supérieures et inférieures en fonction des conditions climatiques du relief (Aussenac et Guehl, 1994).

Les plus belles cédraies observer sont situées sur les versants nord, leur limite inférieure est plus basse que celle du sud, la variation d'humidité est la cause de cette différence (Emberger, 1938). Les expositions Nord et Nord-Ouest sont convenablement arrosées et aussi à l'abri des vents desséchants (Bentouati et Bariteau, 2006).

Le cèdre préfère les sols profonds, meubles, caillouteux à textures légère et non acide. Il pousse mieux sur des substrats très variés (calcaires compacts, les marnes, les schistes calcaires ou gréseux et les grés et surtout sur les basaltes) (Rameau et al., 2005). Au Maroc, il pousse sur des basaltes, des marno-calcaires, des marno-schistes; des calcaires, des schistes et des grés; et en Algérie sur des grés blancs, des calcaires francs, des calcaires dolomitiques, des dolomies et des marnes (Boudy, 1950)

Le cèdre de l'Atlas étant une essence de climat de transition, se trouve dans les climats froids et humides, et chauds et secs. Son optimum est enregistré dans un climat à hiver frais et a été sec (Aussenac, 1984). Il reçoit dans ses pays d'origines des précipitations qui varient de 400 mm à 1.500 mm, qui considérer comme l'un des facteurs qui déterminent sa survie.

Elles sont de 1.400 mm à 1.500 mm dans les monts de Babors et le Rif marocain (Toth, 1980 ; Benabid, 1994). Dans l'Aurès, il prend qu'une portion de cette précipitation (de 450 mm à 500 mm) et s'influence de la sécheresse du Sahara voisin (Boudy, 1950; M'hirit, 1999). Il s'adapte à des températures excessifs qui peuvent aller de -20 °C à +39°C. Il a aussi une capacité de résistance à de très basses températures (-25°C) (Boudy, 1950). Il tolère la neige et le froid et la forte sécheresse ; craint le brouillard et la gelée précoce (Riou-Nivret 2001).

Etant jeune le cèdre tire parti de la demi-lumière et d'un abri. Puis quand il devient adulte il supporte de forts ensoleillements et s'adapte à la pleine lumière (Masson, 2005).

1.5. Répartition géographique

1.5.1. Air naturelle

Le Cèdre de l'Atlas est organisé en sept blocs, en Afrique du Nord, dont quatre dans les montagnes marocaines et trois dans les montagnes algériennes comme le montre la figure 1.4 (M'hirit et Benzyane, 2006).

☐ En Algérie

En Algérie, le cèdre de l'Atlas inclue trois ensembles : le groupe de l'Ouarsenis, le groupe des Aurès et le groupe du Djurdjura (M'hirit et Benzyane, 2006) :

- ✦ Dans le massif de l'Ouarsenis : situé au nord-ouest de l'Algérie, il apparaît dans l'Atlas Matidjien ou l'Atlas de Blida, essentiellement les montagnes de Beni Miscera, Beni Salah, Beni Messaout et de Koudiat Chrea et à Teniet el Had ;
- ✦ Dans les Aurès : le cèdre est rassemblé en deux massifs principaux : le premier à l'ouest, près de Batna avec la forêt de Belezma et le deuxième près de Khenchela dans les massifs des Beni Oudjana ;
- ✦ Dans le Djurdjura : le cèdre se développe particulièrement dans le massif des Babors.

☐ Au Maroc

Selon M'hirit et Benzyane (2006), le cèdre occupe quelques blocs distincts au Maroc :

- ✦ Dans le Rif : il occupe 15.000 ha. il se développe d'une façon sporadique dans les niveaux supérieurs de la chaîne numidienne en particulier au Jbel Bouhachem ;
- ✦ Dans le Moyen Atlas : implique les ensembles suivants

- ✧ La Cédraie du Tazekka : occupe 850ha sur le sommet de Jbel Tazekka, il se développe sous forme de taches dans le versant sud, cette cédraie très humide présente une grande conformité écologique et floristique avec celle du Rif.
- ✧ Les Cédraies du Moyen Atlas Central : représente l'ensemble le plus important ; on remarque dans le nord, le groupe du Causse Moyen Atlasique et, au sud, le groupe de Moyen Atlas plissé.
- ✧ Les Cédraies du Moyen Atlas Oriental : s'isole dans les massifs de Jbel Bou Ibane, de Taffert et de Tamtroucht dans le nord et au sud, dans les massifs de Jbel Naceur-Geud-er-Rahal et Beni Bou Melloul ; plus à l'est dans le versant nord de Jbel Nerkibat ensuite dans la région de Tamjout et Tamtroucht
- ✦ Le cèdre dans les Haut Atlas : il s'accroisse dans le Jbel El Ayachi dans son versant nord et aussi au Jbel Masker.

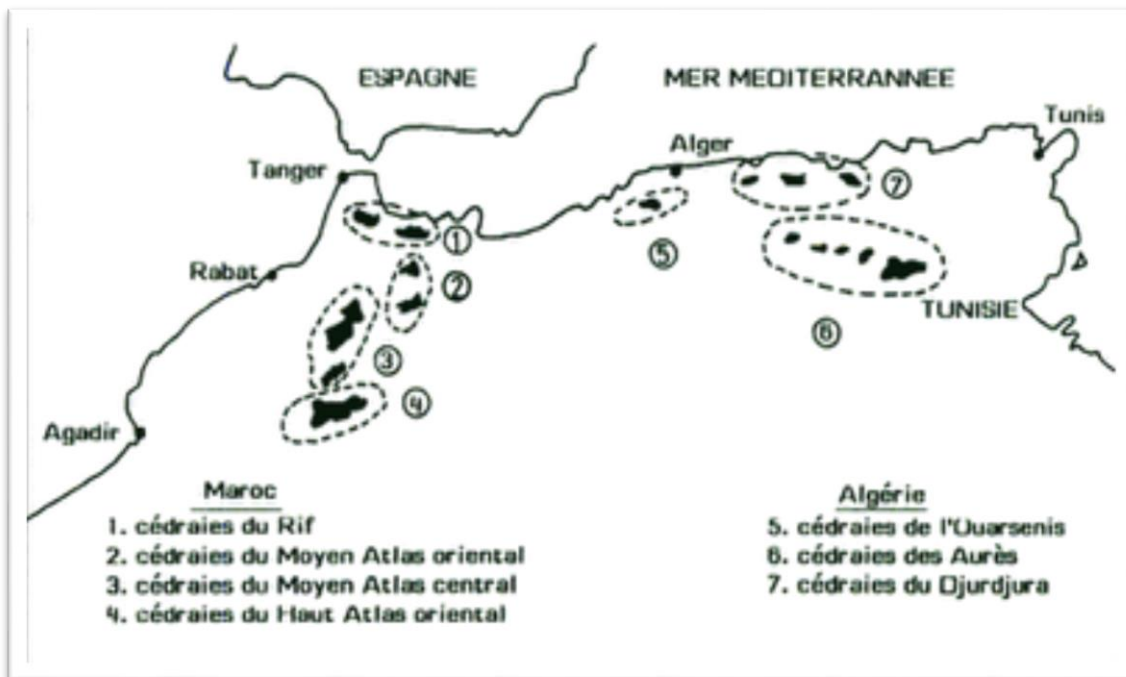


Figure 1.4 : Répartition du cèdre de l'Atlas en Afrique du nord (M'hirit et Benzyane, 2006).

1.5.2. Aire d'introduction

Grace à son extension rapide, le Cèdre de l'Atlas fut introduit dans de nombreux pays à travers le monde (Toth, 2005).

- En France : Le cèdre d'Atlas à été introduit en 1850 en ornement et pour le reboisement notamment dans la région méditerranéenne, entre 600 et 1000 m dans mont Ventoux ; çà et là plus au nord (Riou-Nivert, 2001).
- En Italie : Fabre (1976), signale qu'il fut introduit dans la forêt domaniale de Badia Prataglia à 900 m d'altitude en 1864.
- Les États-Unis : L'introduction du cèdre de l'Atlas est signalée aussi dans les Etats Américains Pennsylvanie, New York, Côte pacifique où il prend une espace de plus en plus importante. Il introduit aussi à titre expérimental, en Espagne, au Portugal, en Belgique, en Angleterre, et en Yougoslavie (Harfouche et Nadjahi, 2003).

1.6. Utilisation

Le cèdre a un bois de très bonne qualité de couleurs brun jaune ou rosé, résineux ; avec une propriété mécanique efficace; mi-lourd mais cassant ; une odeur particulière ; très durable ; à usages variés (Riou-Nivert, 2001).

Cet arbre possède une valeur esthétique, au port unique ; sa formation forestière est riche en biodiversité, son bois est sacré et très apprécié : utilise en construction prestigieuse (menuiserie, charpenterie) et pour les meubles. Grace à son relative rusticité et sa capacité de dissémination, il permet de reboiser et de restaurer des milieux forestiers dégradés (Guyon, 1998).

Le cèdre de l'Atlas garde un équilibre biologique en protégeant et en améliorant le sol d'une part, et offre des loisirs et de l'Ecotourisme d'autre part (Toth, 1990b).

Son utilisation importante en reboisement est justifiée par toutes ces qualités d'adaptation à priori aux conditions climatiques, édaphiques de la zone méditerranéenne, et pour loisirs, tourisme et écotourisme (Toth, 1990a).

1.7. Régénération naturelle

Des contraintes climatiques étroites obéissent la régénération du cèdre qui est déterminées par les exigences de la plante vis-à-vis de l'eau du sol et du froid (Lecompte et Lepoutre, 1975).

Pour obtention d'une régénération suffisante, il faut avoir une succession de plusieurs années humides, 3 où 4 ans au moins, non entrecoupées d'années sèches. La régénération est liée à la présence d'une végétation de chêne vert et sur le sol profond riche en carbone, sodium et magnésium et la fertilité de la station (Ezzahiri et Belghazi, 2000).

En Algérie, La régénération naturelle n'est pas toujours possible parce que la plupart des cédraies se localisent dans des conditions climatiques défavorables (Toth, 1980).

1.8. Association végétale

La variation du cortège floristique du cèdre de l'Atlas se change d'un étage bioclimatique à un autre. Boudy (1950) a signalé que la cédraie se présente sous deux faciès:

-**Un faciès humide**: il est caractérisé par la richesse du chêne vert (*Quercus ilex*), referme du chêne zeen (*Quercus canariensis*) de l'If (*Taxus baccata*) et de nombreuses autres espèces, c'est celui de Chréa, de Theniet El Had, des Babors et du moyen Atlas marocain.

-**Un faciès relativement sec**: caractérisé par les espèces suivantes: le pin d'Alep (*Pinus halepensis*), le chêne vert (*Quercus ilex*), le genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*), le frêne dimorphe (*Fraxines dirnorpha*), l'aubépine monogine (*Crataegus monogyna*) et l'érable de Montpellier (*Acer monospessulanum*) il est surtout celui de l'Aurès, des Monts de Hodna et du grand Atlas.

1.9. Ennemis

Selon Lanier (1994), certains insectes autochtones sont susceptibles de causer des dégâts importants, parmi ces insectes :

- ◇ **Pucerons** : *Cedrobium laportei* Rem., Provoque la défloraison accompagnée de fumagine sur les rameaux, qui le succède un jaunissement généralisé des aiguilles, qui peut entraîner la mort de l'arbre. Un autre Puceron, *Cinara cedri* Min., entraîne des dégâts fatals aux jeunes peuplements. (Riou-Nivert, 2001).
- ◇ **Les pourridiés et la pourriture grise** : sont les principales maladies du cèdre, causé par les deux espèces de puceron qui peuvent provoquer de sérieux dégâts (Anonyme, 1999).
- ◇ **Les Sirex** : ils s'attaquent qu'aux sujets affaiblis, les bois récemment abattus ou les chablis (Riou-Nivert, 2005).
- ◇ **La tordeuse du Cèdre** (*Epinotia cedricida* Diak) : elle affaiblit l'arbre et le rend sensible aux accidents climatiques ou à d'autre ravageur parce que en période hivernale elle détruit complètement le feuillage, cette chenille provoque de graves atteintes à l'arbre (Riou-Nivert, 2005).
- ◇ **les agents cryptogamiques** : qui sont juger les plus nocifs, comme les champignons responsables de la fonte des semis *Pythium*, *Phytophthora* ou *Fusarium*, bien qu'ils ne sont pas spécifiques du Cèdre, et aussi le champignon *Phellinus chrysoloma* qui déclenche une pourriture du bois (M'hirit, 1999).
- ◇ **l'homme** : reste l'ennemi le plus dangereux du cèdre de l'Atlas par son action directe (coupes illicites, défrichements) ou indirecte (parcours) qui a contribué habituellement à la régression des formations végétales et notamment de la cédraie (Abdessemed, 1981).

- ◇ **Les animaux** : Les lapins et les lièvres s'attaquent facilement beaucoup plus rarement, il arrive que les sangliers déterrent les mottes pour croquer les racines (Riou-Nivert, 2005).
- ◇ **La processionnaire (*Thaumetoporea pityocampa*)** : elle provoque des sérieux dommages même dans les meilleures stations (Riou-Nivert, 2005). La figure 1.5 montre une chenille trouvée sur le cèdre de l'Atlas.



Figure 1.5 : Chenille processionnaire du pin (photo prise le 25/03//2019).

CHAPITRE 2

DÉPÉRISSEMENT FORESTIER

2. Dépérissement forestier

2.1. Définition

Le phénomène de dépérissement est un phénomène complexe a débuté vers la fin des années 1970, d'abord en Amérique du Nord, ensuite dans l'Europe centrale et occidentale et finalement l'Afrique du Nord vers le début des années 80 (Bonneau et Landman, 1988 ; Zine El Abidine, 2003).

Le terme dépérissement est utilisé en symptomatologie, il explique l'altération durable de l'apparence externes de l'arbre (diminution de la qualité et la quantité du feuillage, mortalité d'organe pérennes et du développement) (Delatour, 1990).

Le dépérissement est défini aussi en étant un phénomène qui résulte de nombreux facteurs de stress biotique ou abiotique. Ces facteurs agissent d'une manière successive ou occurrente qui provoque l'affaiblissement ou bien l'agonie des arbres (Dussureault 1985 in Laflamme, 1992).

Une tige dépérissante surviendra d'un état sain avec moins de symptômes au niveau du houppier vers un état légèrement dépérissant, puis moyennement dépérissant, enfin très dépérissant jusqu'à la mort dans un certain nombre de cas (Nageleisen, 2012).

2.2. Dépérissement à l'échelle Nord-Africaine

2.2.1. En Algérie

Le dépérissement du cèdre de l'Atlas n'est pas récent; des sécheresses intenses de 1875 à 1888 auraient déjà provoqués d'importants dommages sur les peuplements du cèdre en Algérie (Bentouati et Bariteau ,2006).

Selon Abdelhamid et *al.* (2017), le dépérissement de cette espèce a touché un très grand nombre de cédraies de l'Algérie par différents degrés. En ce fait cette détérioration est le résultat de l'interaction de plusieurs facteurs dont la plus parts sont d'origine abiotique.

L'observation de ce dépérissement fut pour la première fois en 1982 à Belezma, les cédraies les plus touchées sont celles en association avec le chêne vert, qui sont non seulement accidentée mais aussi soumises aux influences sahariennes ; La situation s'aggravé de plus en plus au cours de ces dernières années car les arbres atteints sont de toutes les classes d'âges, et son évolution est menaçant et les surfaces qui commencent à dépérir sont variables par bouquets ou par bandes (Bentouati, 2008).

2.2.2. Au Maroc

Au Maroc, des peuplements forestiers et pré forestiers, montrent des aspects de dépérissement inquiétants partout, dont les symptômes visibles sont le dessèchement partiel ou total et le changement de couleur (Zine El Abidine, 2003).

Un dépérissement important a été mentionné par Nageleisen (2007), que depuis 20 ans plusieurs hectares de cédraie du Moyen Atlas, sont affectés et ceux qui sont les plus concernés, sont à Azrou et à Ifrane.

2.3. Dépérissement à l'échelle mondiale

Durant les 15 dernières années plus de 200 cas de dépérissement, aucun type de forêt n'y échappe, non seulement celle de l'Amérique du nord et de l'Europe qui sont les plus touchés, mais aussi tous les continents, Il s'agit soit d'un dépérissement massifs, d'un seul tenant, ou bien diffuse mais sur de grandes surfaces (Vennetier, 2012) :

- ❖ **la France et l'Espagne** : à causes de la Canicule européenne de 2003 et aux sécheresses qui l'en suivi, les forêts de pin sylvestre et de sapin du sud des Alpes ont été gravement touchées.
- ❖ **L'Amérique du sud et centrale**, des mortalités diffuses ont été enregistré dans les forêts de montagnes.

2.4. Types de dépérissement

D'après (Delatour1983 *in* Abdelhamid, 1992) il y trois types de dépérissement :

- ✓ Dépérissement brusque : est un développement rapide qui se fait en quelques semaines, et s'interprète par la déshydratation des feuilles qui demeurent pendantes ;
- ✓ Dépérissement rapide : qui s'amplifie en une à deux années, entraîne une mort soudaine des arbres ;
- ✓ Dépérissement lent : qui s'arbore sur divers années, affecte particulièrement les arbres âgés entre 80 à 100 ans.

2.5. Symptômes de dépérissements forestiers

Les symptômes de dépérissements forestiers peuvent être reconnus à travers les principaux symptômes suivant :

2.5.1. Symptômes des feuillages

Ils apparaissent en premier lieu par (Hartman et *al.*, 1991) :

- ∞ D'abord, la chute du feuillage qui donne souvent un air dégarni avec des touffes de feuilles.
- ∞ Ensuite, le rabougrissement : Il correspond à un état de dépérissement général et de décadence physique de l'arbre.
- ∞ Après, flétrissement: Perte de fraîcheur ou de dynamisme de l'arbre par Séquelle de dessèchement.
- ∞ Enfin, changement de couleur du limbe: Généralement est le jaunissement des feuilles ou des aiguilles.

2.5.2. Symptômes des bourgeons, des pousses et des rameaux

Cassure et chute de pousses, prennent une décoloration jaunâtre, après des anomalies de croissance, avec un avortement total des bourgeons latéraux; laissent ainsi les petites branches périphériques dénudées (Hartman et *al.*, 1991) .

2.5.3. Symptômes des troncs et des branches

- ∞ Décadence des branches, avec une décoloration ;
- ∞ Des nécroses sur l'écorce ;
- ∞ Dégoulinement exceptionnel de mucilage, de gomme et même de la résine ;
- ∞ Des ballonnements et des tumeurs chancreuses notamment sur les feuillus ;
- ∞ Un raccourcissement des branches maîtresses portées directement par le tronc donnant à l'arbre une tenue triste.

Le dépérissement est généralement traduit au niveau du houppier par le dessèchement des branches ou des rameaux et leurs chutes, et la réduction de la longueur des pousses annuelles. D'après Nageleisen (1993), il existe cinq classes :

✓ *Classe 0*

- Absence de symptômes ;
- Houppier opaque ;
- Ramification fine dense.

✓ *Classe 1*

- Rameaux fin desséché au tour du houppier ;
- Apparition de fenêtre disjoint ;

- Rameaux en fouet.
- ✓ **Classe 2**
 - Dessèchement de 50% de branches dans le houppier ;
 - Echancrures nettes dans le houppier ;
 - Feuilles en paquet
- ✓ **Classe 3**
 - Mort des branches de plus de 50% du houppier.
- ✓ **Classe 4**
 - Mort du houppier ;
 - Mort de l'arbre.

2.6. Facteurs de dépérissement

Selon Zine El Abidine (2003), il y'a trois types de facteurs qui provoquent le dépérissement :

- ✦ **Facteurs prédisposant** : ce sont des facteurs constamment présents agissant depuis longtemps pour altérer la santé des arbres comme :
 - ◇ Les constitutions génétiques ;
 - ◇ L'âge de l'arbre ;
 - ◇ Les changements climatiques ;
 - ◇ Le type du sol.
- ✦ **Facteurs déclenchant** : ce sont ceux favorisent l'apparition des symptômes comme :
 - ◇ La sécheresse ;
 - ◇ La pollution ;
 - ◇ Les attaques d'insectes ou les infections virales.
- ✦ **Facteurs aggravant** : principaux agents de mortalité, tels que :
 - ◇ Les champignons ;
 - ◇ Les parasites ;
 - ◇ Les pourridiés ;
 - ◇ Les insectes xylophages.

2.7. Causes de dépérissement forestier

Les nombreuses causes d'un dépérissement peuvent être difficilement classées, ainsi que certains facteurs prédisposant peuvent s'évoluer en facteurs déclenchant ou des facteurs aggravants (Gagnon et Roy, 1994).

La vitesse d'évolution du dépérissement est liée à l'intensité des effets des facteurs et des manifestations des organismes secondaires, aux qualités des habitats et aux changements de la nature et de l'environnement (Roy, 1998).

2.7.1. Actions anthropiques

L'homme laisse toujours ces actions sur son environnement, négatives ou positives. Les arbres sont coupent pour les besoins quotidiens en bois (bois de chauffage, construction des habitats, nourriture du bétail) (Faurel et Lafitte, 1949 ; Zine El Abidine, 2003).

2.7.1.1 Incendies de forêt

Les incendies de forêts altèrent la couverture végétale, ils sont provoqués pour la mise en œuvre de nouveaux terrains de cultures et de pâturage. Lorsqu'ils se reproduisent fréquemment dans la même saison, une action traumatisante est exercée sur la végétation et leur systèmes physiologiques sont bloqués (Faurel et Lafitte, 1949).

2.7.1.2. Surpâturage

Le surpâturage est une cause principale de la dégradation des forêts qui entraîne la désertification. C'est un gaspillage important d'herbe et des petites repousses de régénération. Il est estimé comme une des causes majeures du dépérissement (Faurel et Lafitte, 1949, Abdessemed, 1981 ; Bentouati et Bariteau, 2006).

2.7.2. Changements climatiques

L'augmentation de la température, la baisse de la précipitation laisse un effet négatif sur l'environnement qui par la suite provoque une sécheresse sévère, qui pourrait se traduire par une évapotranspiration et un stress hydrique important qui induit à une pression très forte sur les ressources, et aussi la pérennité de la forêt tandis que certaines espèces végétales pourraient migrées vers d'autres aires plus favorables (Traore et *al.*, 2006).

D'après Aussenac et Guehl (1994) il y'a d'autre facteurs climatiques comme :

- ❖ **Le froid** : le froid est considéré comme un facteur limitant majeur de la végétation forestière. Il peut entraîner la mort immédiate d'une partie ou de la totalité d'un arbre, et immobiliser la différente activité (croissance, floraison et germination) ;

- ❖ **Vent** : quand la vitesse du vent est fortement élevée, la morphologie et la physiologie des arbres sont endommagées (photosynthèse et croissance restreintes, transpiration accrue, houppiers dérégulés) ;
- ❖ **Sécheresse** : est un facteur critique pour la vie des végétaux et plus particulièrement des arbres et en longues périodes, entraînent le dépérissement et la mort des arbres.

2.8. Méthode de luttés

Riou-Nivert (2005), a proposé des possibilités de luttés biologiques, chimiques et mécaniques contre les facteurs aggravants du dépérissement par :

- ❖ Lutte contre la pollution (la réduction des émissions polluantes «SO₂ ») ;
- ❖ Amélioration du sol par des apports d'engrais en cas de dépérissement attribué à une insuffisance nutritifs ;
- ❖ Enlever les arbres dépérissants ou chablis qui présentent des foyers d'insectes ravageurs et sauvegarder les peuplements sains ;
- ❖ Les méthodes mécaniques sont rarissimes. Le seul moyen est celui de l'échenillage des cocons de chenilles processionnaires dans les parcs. Au contraire, les méthodes biologiques, utilisées surtout contre les chenilles ou contre les insectes (comme le puceron du cèdre), sont efficaces et présentent peu de risques pour l'environnement.

PARTIE EXPÉRIMENTALE

CHAPITRE 03

PRÉSENTATION DE LA ZONE

D'ÉTUDE

3. Présentation de la zone d'étude

En générale, un parc national est un terrain relativement vaste avec une valeur esthétique exceptionnelle, inclue des écosystèmes faiblement ou nullement affectés. Il présente un rapport spécifique pour la science et la recherche. L'objectif de sa création est la préservation des qualités de la nature, la protection de la faune et de la flore et aussi pour les activités éducatives, récréatives et scientifiques qui permettent la conversation du milieu. C'est dans ce contexte le gouvernement Algérien a décidé d'installer en juillet 1983 la forêt de Theniet El Had en un parc national. Ce choix est dû aux connaissances des caractères essentiels de ce magnifique territoire (P.N.T.E.H, 2007 ; 2012).

3.1. Présentation de la cédraie de Theniet El Had

La création du parc de Theniet El Had fut en 03 août 1923 pendant la période coloniale, et annoncé encore une fois parc national après l'indépendance en 1983 (P.N.T.E.H.2007).

La cédraie de Theniet El Had est une aire protégée, créé le 23 juillet 1983 d'une superficie de 3425 hectares. Elle symbolise l'unique cédraie occidentale d'Algérie. Elle est localisée sur le versant sud de l'Atlas tellien, à distance de 50 km du chef-lieu du département de Tissemsilt (DGF, 2005 ; Bessah, 2005).

3.2. Situation, superficie et limites géographiques

Le parc national de Theniet El Had localise dans le nord-ouest de l'Algérie dans la wilaya de Tissemsilt à quelques kilomètres de la ville de Theniet El Had au centre de l'Atlas tellien (figure 3.1). Il se déploie sur la partie septentrionale de l'Ouarsenis mêlée entre les monts de Beni Chograne à l'Ouest, les monts de Tetteri à l'Est, la vallée du Chelif au Nord et les plaines du Sersou au Sud. La forêt s'étend sur les versants de Djebel el Meddad dont le cèdre occupe près du 1/3 de la superficie totale du parc (P.N.T.E.H, 2008).

D'après Sari (1977), le chaînon de la cédraie est localisé dans l'Est du massif de l'Ouarsenis, qui s'étend sur les communes de Theniet El Had et de Sidi Boutouchent. Les coordonnées géographiques du parc sont les suivantes:

- ◎ **Latitude** : 35°51'56'' et 35°53'04'' Nord.
- ◎ **Longitude** : 01°55'30'' et 02°01'30'' Est.

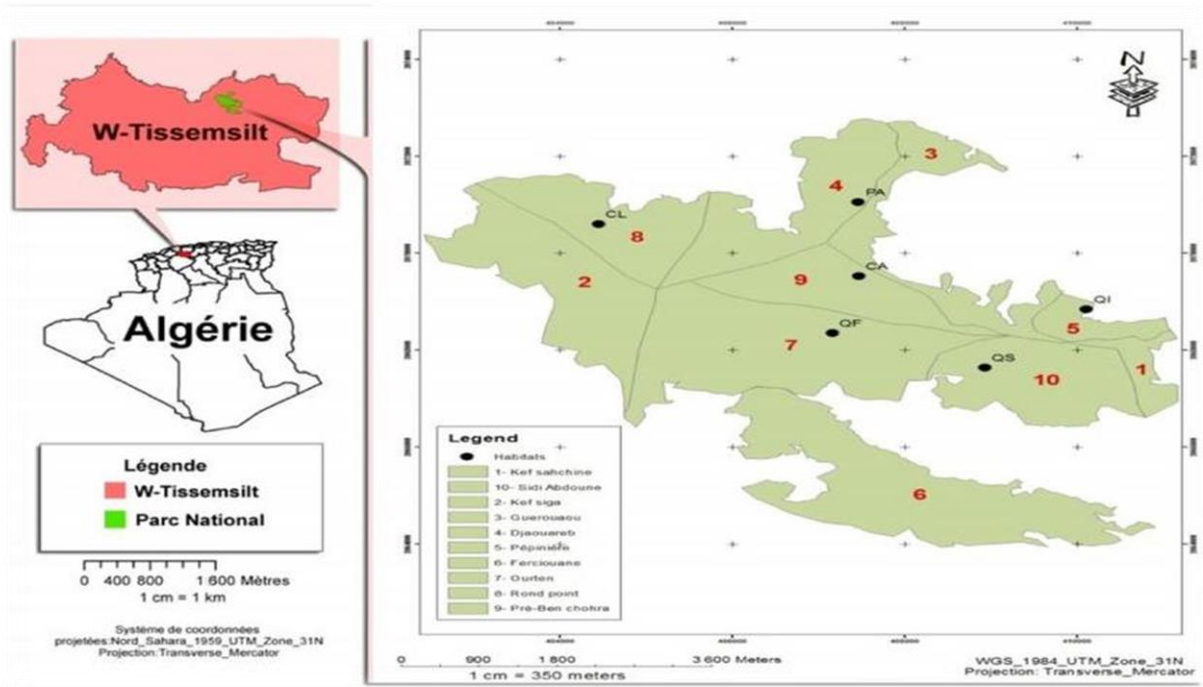


Figure 3.1: Carte de situation du Parc National de Theniet El Had (P.N.T.E.H, 2007)

Le parc contient 10 cantons (figure 3.2) cerné par le chemin communal de Theniet El Had Hassania au nord et à l'ouest par le douar de Benhayane. Ces cantons sont les suivants : Canton Guerouaou, Canton Djouareb, Canton Rond-point, Canton Kef siga, Canton OURTENE, Canton Pré-Benchokra, Canton Pépinière, Canton Sidi abdoun, Canton Fersiouane et Canton Kef sachine (P.N.T.E.H, 2007).



Figure 3.2 : Délimitation de la zone d'étude (P.N.T.E.H, 2007).

3.3. Aspect topographique

Le relief est très varié dans la cédraie, il est démontré par l'altitude et la pente où cette dernière est forte dans le versant Nord (estimé en moyenne à 40° de penchant), à l'exception du canton Pépinière où elle ne dépasse pas 15°. Dans le versant Sud la pente est faible ne dépasse pas 25° (P.N.T.E.H, 2007).

Ce parc s'introduit entre 858m et 1787 m d'altitude. Le point le plus bas se trouve au versant Nord dans le canton Djouareb et le point le plus haut se trouve dans le canton Rond-Point nommé Ras El Braret (P.N.T.E.H, 2012).

3.4. Aspect géologique

Le parc se pose sur des grès medjaniens superposés à des marnes argilo-calcaires. La partie ouest et centrale de la cédraie est constituée de sédiments provenant de l'oligocène exhibé en faciès numidien et constitué de grès à couches épaisses (Boudy, 1955).

3.5. Aspect pédologique

Dans la cédraie, il se trouve trois types de sols démontré dans la figure 3.3 (P.N.T.E.H, 2012) :

- ❑ *Sols d'apport colluvial* : appartenant à la classe des sols peu évolués, ils se localisent sur des terrains à faibles pentes. Ils se caractérisent par une hétérogénéité de structures et de textures, résultant des phases successives de colluvionnement ;
- ❑ *Lithosols* : appartenant à la classe des sols minéraux bruts d'érosion, ces sols se localisent sur les fortes et moyennes pentes où l'érosion hydrique y est accentuée ;
- ❑ *Sols brunifiés lessivés* : sont de type ABC de profil pédologique complet. L'horizon superficiel est riche en azote, en potassium et en matière organique, détectés dans les grandes clairières et pied monts en général où les pentes sont très faibles.

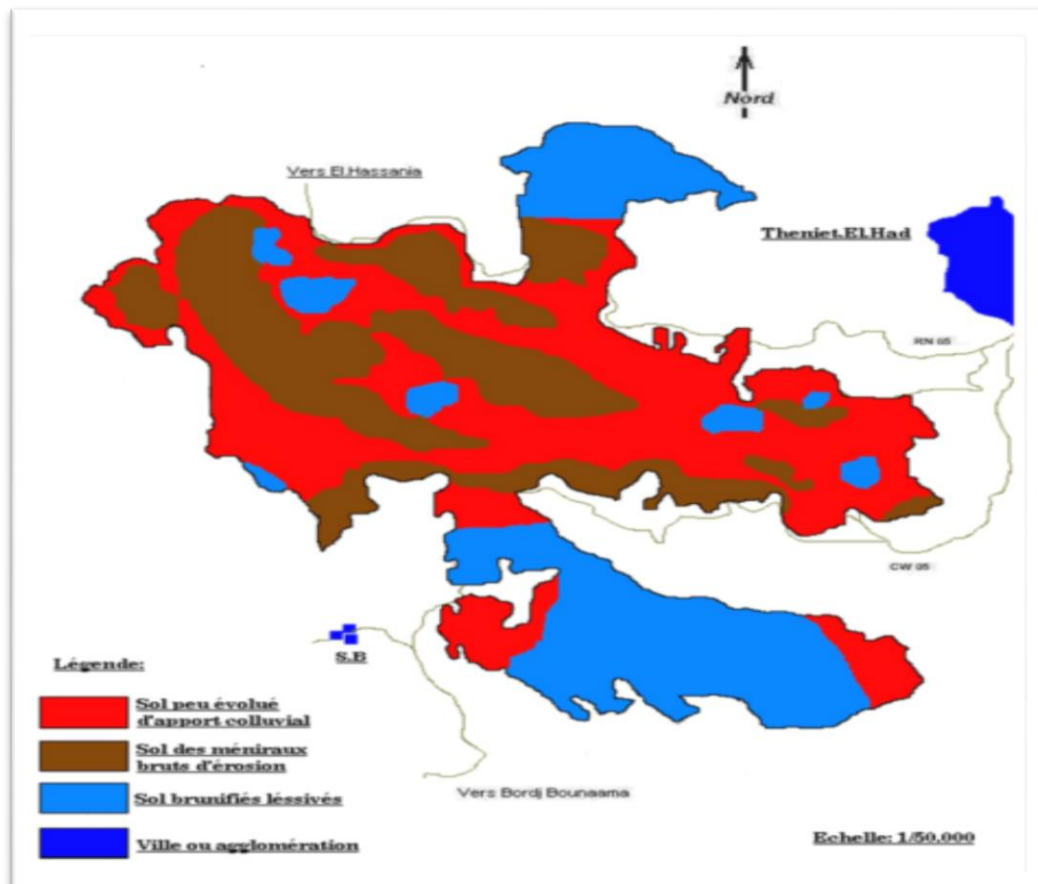


Figure 3.3 : Carte des sols du Parc National de Theniet El Had (P.N.T.E.H, 2007).

3.6. Aspect floristique

La végétation du Parc National de Theniet El Had est très diversifiée où les populations forestières représentent les 3/4 soit 87% de la superficie, ce qui reste est à l'état de végétation basse. 450 espèces sont inclut dans ce parc dont beaucoup sont endémiques à l'Algérie (P.N.T.E.H, 2012).

Les peuplements de cèdre se localisent sur le versant nord, où ils sont associés avec le chêne zeen dans les hautes altitudes et avec le chêne vert dans les basses altitudes. Sur le versant sud, le cèdre est en mélanges avec le Chêne zeen dans les hautes altitudes et avec le Chêne vert et le Chêne liège dans les basses altitudes. Il existe d'autres espèces telles que le pistachier de l'Atlas au niveau du versant Nord, le genévrier oxycèdre, le Frêne commun isolé et des espèces autochtones rares comme, Orme, Erable de Montpellier, Prunier sauvage et Merisier (P.N.T.E.H, 2012). La figure 3.4 montre la distribution des principaux végétaux dans le parc.

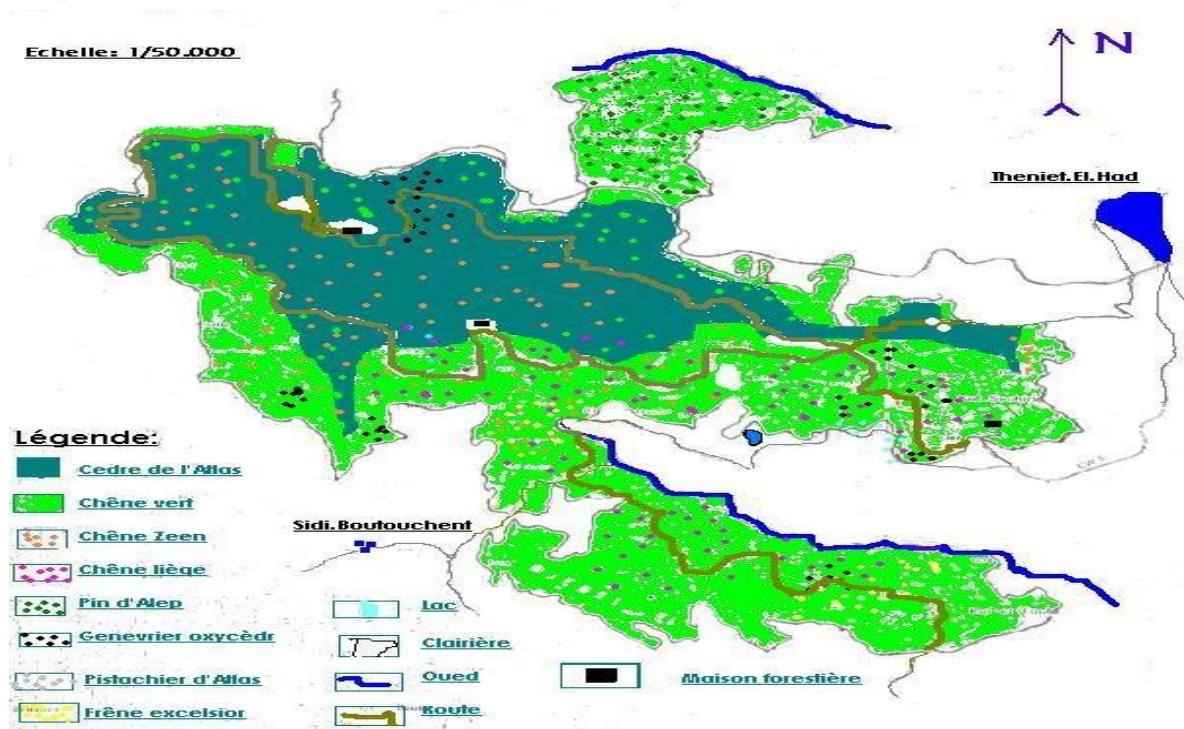


Figure 3.4: Carte de végétations du parc national de Theniet El Had (P.N.T.E.H, 2007).

3.7. Aspect faunistique

La cédraie de Theniet El Had est l'unique endroit du pourtour méditerranéen où il y a une grande biodiversité de 289 espèces animales qui ont été groupées et répertoriées au parc, dont un grand nombre sont protégées (lièvre, l'aigle royal, chacal doré, le chat sauvage, etc...) (Bessah, 2005).

3.8. Aspect hydrographique

D'après le P.N.T.E.H. (2007), deux oueds permanents sont signalés aux périphéries du Parc:

- ◆ Au sud l'Oued El Ghoul.
- ◆ Au nord Est le Oued El Mouilha.

Le parc contient un réseau hydrique (figure 3.5) souvent temporaire mais très ramifié. Il est fréquemment enfoncé et se termine par un ravinement dense, en plus de plusieurs sources présentes dans le parc, quelques-unes sont canalisées et utilisées, parmi ces sources nous citons :

- ◆ Source d'Ain El Harhar (canton Rond-Point) ;
- ◆ Source d'Ain Guigueb (canton Rond-Point) ;
- ◆ Source de Toursout (canton Pré Benchohra) ;
- ◆ Source de Djedj El Ma (canton OURTENE) ;
- ◆ Source d'OURTENE (canton OURTENE) ;
- ◆ Source d'Ain Kinia (canton Fersiouane).

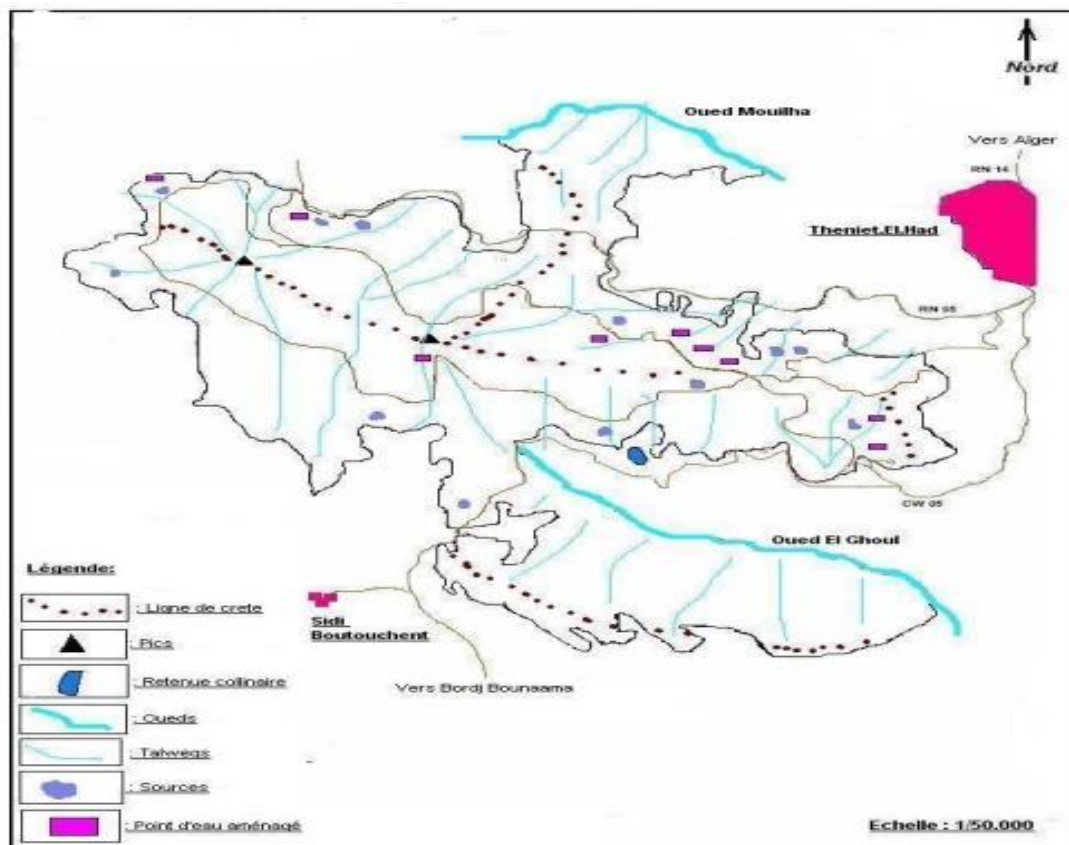


Figure 3.5: Carte hydrographique du parc national de Theniet El Had (P.N.T.E.H, 2007)

3.9. Aspect climatique

Vis-à-vis au manque de données climatiques récentes au niveau de notre zone d'étude à cause de l'absence de poste météorologique. Nous avons imposé de se référer aux données de Seltzer (1946). La précipitation dans la station de Theniet El Had se trouve à 1160 m d'altitude. Le gradient pluviométrique corroboré par Seltzer (1913-1938) est d'environ 40 mm pour chaque élévation de 100 m d'altitude. Tandis que la température minimale du mois le plus froid est de 0,4°C tous les 100 m et 0,7°C pour les moyennes des températures maximales du mois le plus chaud. L'humidité relative est enregistrée dans la région du parc à partir du mois de Décembre jusqu'à Mai qui dans cette période diminue progressivement. L'enneigement dans cette région dure moyennement 22 jours, cependant il n'est pas toujours régulier.

3.10. Actions anthropiques

Malgré les efforts employer par les services forestiers, le parc est resté contraint à des actions souvent anthropiques comme le montre la figure 3.6 dont les coupes illicites qui sont élevés durant la période (2001-2005) où plus de 380 tiges ont été coupées illégalement (Taleb, 2011).



Coupe illicites



pollution



feu

Figure 3.6 : Actions anthropiques dans le parc national de Theniet El Had (photo prise le 25/03/2019).

3.11. Tourisme

Malgré que le parc soit jugé comme une zone touristique idéale, cette région est en grand manque de moyens logistiques et de point de vue commodités touristiques (P.N.T.E.H, 2007).

Selon le P.N.T.E.H (2012), les visites du parc sont répertoriées dans le cadre du tourisme scientifique ou de découvert (sorties pédologique des étudiant chercheurs, clubs scientifiques) ou du tourisme récréatif (familles).

3.12. Présentation de canton OURTENE

Le canton OURTENE (figure 3.7) est situé dans le sud-ouest du parc à une altitude de 1601 m sur une superficie de 538 ha dans un sol peu évalué et colluvial. Il est délimité par le canton Pré Benchohra au Nord et à l'Ouest par le canton Kef Siga, au Sud par le canton Ferciouane et à l'Est par le canton Sidi Abdoun.

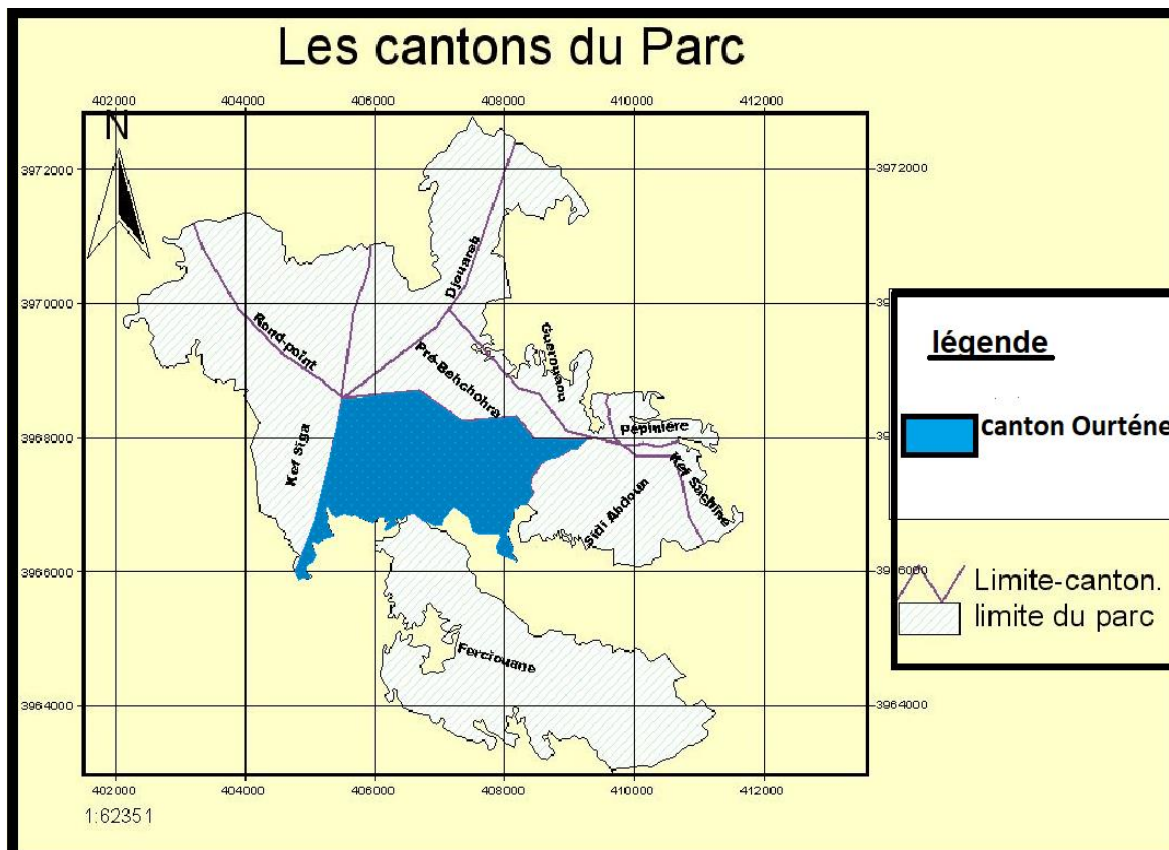


Figure 3.7 : Carte de situation du canton **OURTENE** (P.N.T.E.H.2007)

CHAPITRE 04

MATÉRIELS ET MÉTHODE

4. Matériels et méthode

Le but de bonne connaissance de cette étude est d'évaluer l'état sanitaire des arbres déprés et déprésissants du cèdre de l'Atlas dans le canton OURTENE du versant sud du parc national de Theniet El Had. En effet, des paramètres écologiques, dendrométriques et des observations de déficit foliaire ont été effectués sur 32 arbres déprés et déprésissants de *Cèdrus atlantica*.

4.1. Procédure d'échantillonnage

L'échantillonnage est nécessaire pour la récolte des informations au lieu pour l'analyse et l'interprétation des résultats. Il est défini comme étant la totalité des opérations qui ont pour objet de retirer dans une population les individus devant constituer l'échantillon (Gounot, 1969 ; Dagnelie, 1970).

Dans la présente étude, nous avons choisi l'échantillonnage pied par pied. Ce type d'échantillonnage est le type le plus classique et le plus utilisé depuis longtemps. Il ne demande pas une grande technicité, il consiste à faire des mesures exhaustives de l'ensemble des sujets du peuplement par essence et par classe de diamètre. Pour pratiquer un inventaire pied par pied, il faut connaître avec précision la surface sur laquelle il faut faire le travail (Gaudin, 1996).

La carte suivante (figure 4.1) montre l'emplacement des arbres déprés et déprésissants à travers le canton OURTENE.



Figure4.1 : Emplacement des arbres déprés et déprésissants à travers le canton OURTENE (Google Earth pro 2019)

4.2. Données à récolter

Pour chaque arbre recensé, nous avons pris des mesures dendrométriques, des observations symptomatiques et des facteurs stationnels.

4.2.1. Données dendrométriques

D'après Goudin (1996), la dendrométrie est très utile pour caractériser les peuplements et suivre leur évolution dans un lieu donné.

Les tiges de chacune des arbres recensés ont fait l'objet de mesures des variables dendrométriques suivantes : *la hauteur et la circonférence à 1.30m.*

4.2.1.1. Mesure des hauteurs :

La hauteur est la caractéristique la plus importante dans l'évaluation et la caractérisation de la productivité des milieux forestiers (Rondeux, 1999).

➤ *Hauteur totale*

La hauteur totale est la distance verticale entre le pied de l'arbre et l'extrémité du bourgeon terminal (figure 4.2.). Pour faire des mesures faciles et précises sans fautes, l'opérateur doit (Dagnelie et *al.*, 1988 ; Massenet, 2005) :

- ◆ Se positionner à une distance de l'arbre égale à la hauteur estimée de celui-ci ;
- ◆ Eviter un point de stationnement situé plus bas que le pied de l'arbre ;
- ◆ Une seule hauteur est considérée dans le cas d'arbre fourchus.

La hauteur totale des arbres est mesurée à l'aide du dendromètre Blum-leiss et elle est calculée par la formule suivante (Parde et Bouchon, 1998).

$$\mathbf{Ht(m) = visé_{haut} - visé_{bas}}$$

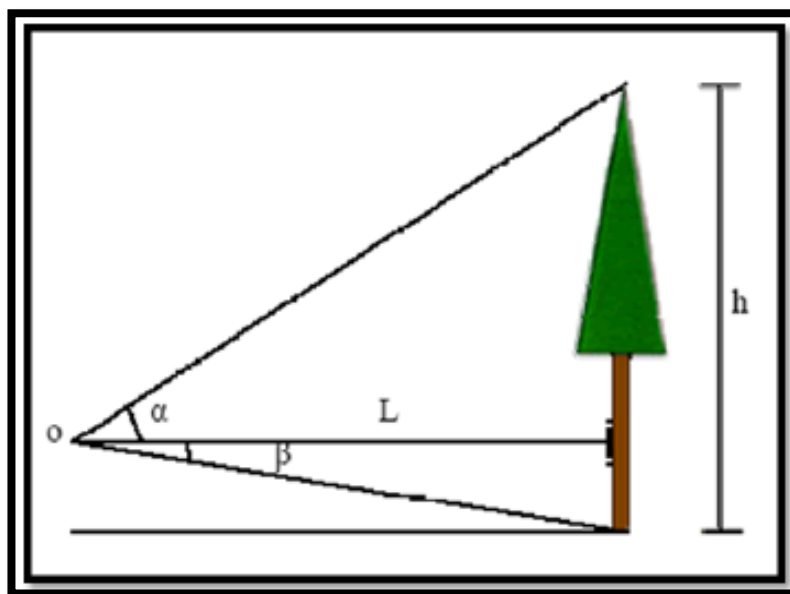


Figure 4. 2: Mesure de la hauteur totale des arbres (Rondeaux, 1999).

Avec:

h : hauteur totale de l'arbre;

L : distance séparant l'opérateur de l'arbre;

α : angle de visée vers le sommet de l'arbre;

β : angle de visée vers le pied de l'arbre.

➤ *Hauteur du houppier*

Selon Rondeaux (1999), le houppier d'un arbre est la totalité des branches et des rameaux qui forment la partie supérieure de l'arbre. C'est la hauteur depuis la première branche vivante. L'état sanitaire du houppier d'un arbre est très relié avec sa croissance (O.N.F, 2010).

4.2.1.2. Circonférence à 1,30 m

La circonférence d'une tige à hauteur d'homme (1.30 m au-dessus du niveau du sol) est un paramètre dendrométrique très explicatif et plus utilisé dans le domaine forestier qui se fait à l'aide d'un mètre ruban gradué comme la montre la figure 4.3. Le niveau 1.30m est retenu à partir du côté amont de l'arbre. En cas de présence de nœuds, de bosses ou de déformations au niveau 1.30m, il faut faire ces mesures en dehors de la partie déformée. Les arbres fourchus se divisent à une hauteur inférieure à 1.30m. Quand ils sont mesurés séparément (Rondeaux.1999).

Selon Parde et Bouchon (1988), il faudrait que :

- le plan du mètre ruban soit perpendiculaire à l'axe de la tige ;
- bien tendre le ruban ;

- mesurer la hauteur indiquée (à 1,30 m dans notre cas).

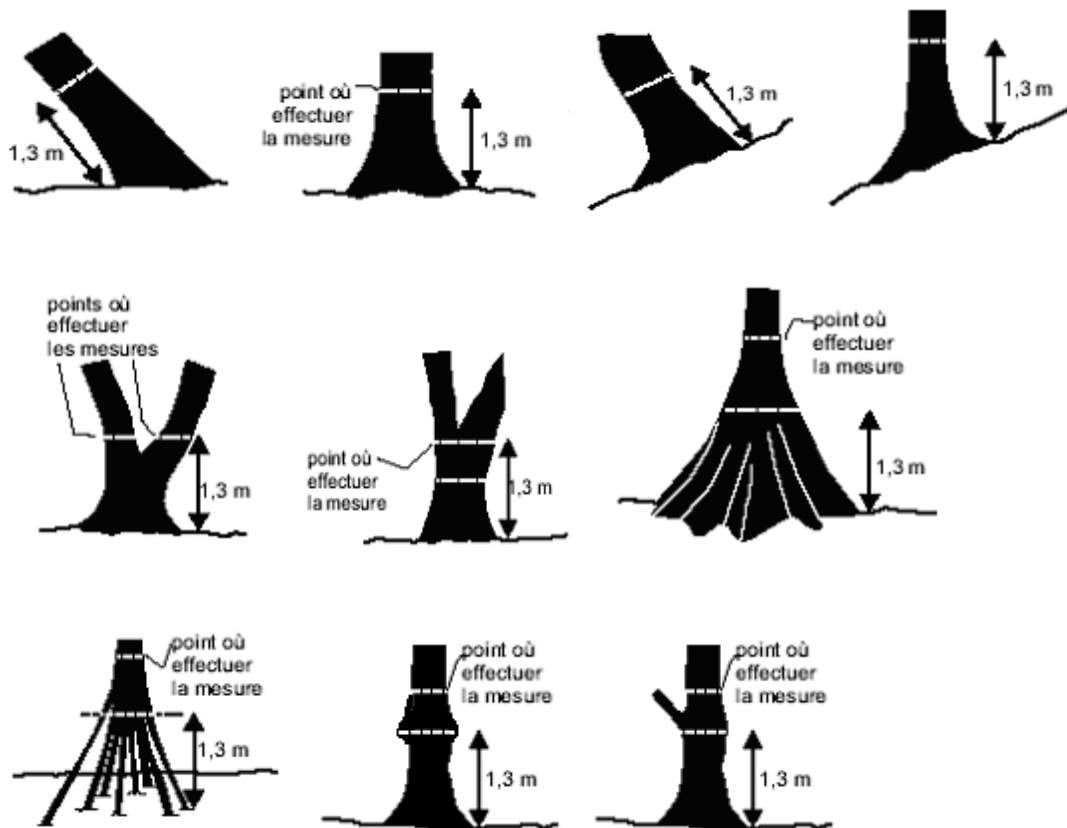


Figure 4.3 : Niveaux de mesure de la grosseur des arbres en situation particulières (Branthomme et *al.*, 2002)

4.2.2. Données topographiques

Les données topographiques sont des caractéristiques très importantes pour la détermination du milieu et la configuration du terrain à l'échelle régionale ou locale. Leur effet est perceptible par le type de climat, du sol et de la végétation par leur déterminisme sur le type de station écologique et de ses potentialités (Khanfouci, 2005).

Lors de nos sorties sur terrain, nous avons noté pour chaque arbre les facteurs stationnels suivants: *l'altitude*, *l'exposition*, *la pente* et le type de *microrelief*.

- L'altitude est déterminée à l'aide d'un GPS ;
- L'exposition est déterminée à l'aide d'une boussole forestière;
- La pente du terrain, en degrés, est évaluée à l'aide du dendromètre Blum-Leiss ;
- Le microrelief est un critère qualitatif qui est évalué sur la base de la capacité de rétention en eau du sol. Il s'agit des formes convexe, concave ou intermédiaire.

La figure 4.4 montre les matériels utilisés.



Figure 4.4 : Matériels dendrométriques et topographiques utilisés.

4.2.3. Données de dépérissement

L'étude symptomatique de dépérissement est un phénomène évoluant au cours du temps et traduisant la détérioration de la santé de l'arbre (Nicolini et al., 2003). D'après la classification de Nageleisen (1993), nous avons enregistré les différentes classes de dépérissement du cèdre dans le canton OURTENE dans le tableau 4.1.

Tableau 4.1 : Classes de dépérissement du cèdre dans le canton **OURTENE**.

Classes	Pourcentages de dépérissement	Nombre d'arbre	Catégories sanitaires
0	0-5 (%)	1	Sain
1	6-25 (%)	1	Faiblement dépéris
2	26 – 50 (%)	3	Faiblement dépéris
3	51-75 (%)	3	Moyennement dépéris
4	76-95 (%)	0	Gravement dépris
5	96-100 (%)	24	Dépérisant ou mort

4.2.3.1 Indice du dépérissement

L'indice du dépérissement est appelé aussi indice sanitaire, c'est une expression mathématique basée sur l'évaluation de la défoliation visible sur les tiges ; étant données que cette dernière est un signe d'affaiblissement de l'arbre (Bouvarel, 1984).

L'indice de dépérissement est formulé comme suit (Bouvarel, 1984) :

$$ID = [(n_1 p_1) + (n_2 p_2) + (n_3 p_3) + (n_4 p_4) + (n_5 p_5)] / N$$

Avec: * **ID**: Indice du dépérissement ou indice sanitaire ;

* **n₁, n₂, n₃, n₄, n₅** : nombre d'arbre noté dans les classes de notes, respectivement ; de (1.2.3.4.et5) ;

* **p₁, p₂, p₃, p₄, p₅** : poids des classes de notes (1, 2, 3, 4,5) ;

***N** : Nombre d'arbre total.

Les classes de notes 1, 2, 3,4, 5 sont sauvegardées dans le tableau 4.2.

Tableau 4.2 : Observation du poids des arbres dépéris (Bouvarel, 1984)

Perte d'aiguilles	Les notes
Perte d'aiguilles dans la cime	0 à 5 % ; Note 1 (poids 0)
Perte d'aiguilles dans la cime	10 à 19 % ; Note 2 (poids 1)
Perte d'aiguilles dans la cime	20 à 59 % ; Note 3 (poids 3)
Perte d'aiguilles dans la cime	60 à 99 % ; Note 4 (poids 4)
Perte d'aiguilles dans la cime	100 % ; Note 5 (poids 5)

L'indice de dépérissement subdivise en quatre niveaux qui sont représenté dans le tableau suivant :

Tableau 4.3 : les classes d'indice de dépérissement de cèdre de l'Atlas (Bouvarel, 1984)

Indice de dépérissement	Catégories
ID < 1	dépérissement douteux
1 < ID < 2	Début de dépérissement
2 < ID < 3	Dépérissement grave
ID > 3	Dépérissement très grave

CHAPITRE 05

RÉSULTATS ET DISCUSSION

5. Résultats et discussion

5.1. Études symptomatologique

Les classes de dépérissement sont retenues depuis dessèchement des feuilles jusqu'à la mortalité totale de l'arbre.

5.1.1. Classe 0

Arbre sain, cime de l'arbre intacte, houppier en bonne forme et aucun symptôme (figure 5.1).



Figure 5.1 : arbre sain (classe 0)

5.1.2. Classe 1

Perte de fraîcheur ou de dynamisme de l'arbre par séquelle de dessèchement, chute du feuillage qui donne souvent un air dégarni, changement de couleur du limbe est le jaunissement des aiguilles (figure 5.2).

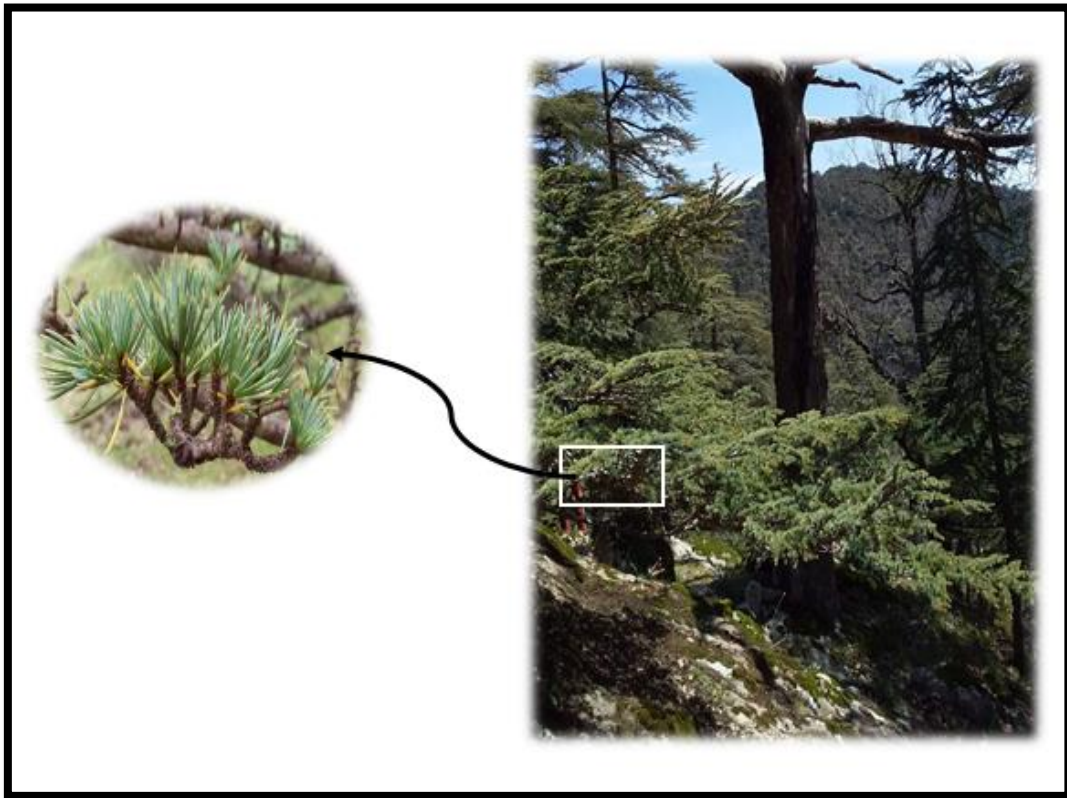


Figure 5.2 : Arbre desséchée (Classe 1)

5.1.3. Classe 2

Dessèchement des rameaux aigus dans la périphérie du houppier, diminution ramification fine et feuillage du reste de l'arbre encore vert. Arbre affaibli par l'attaque des chenilles processionnaires (figure 5.3).

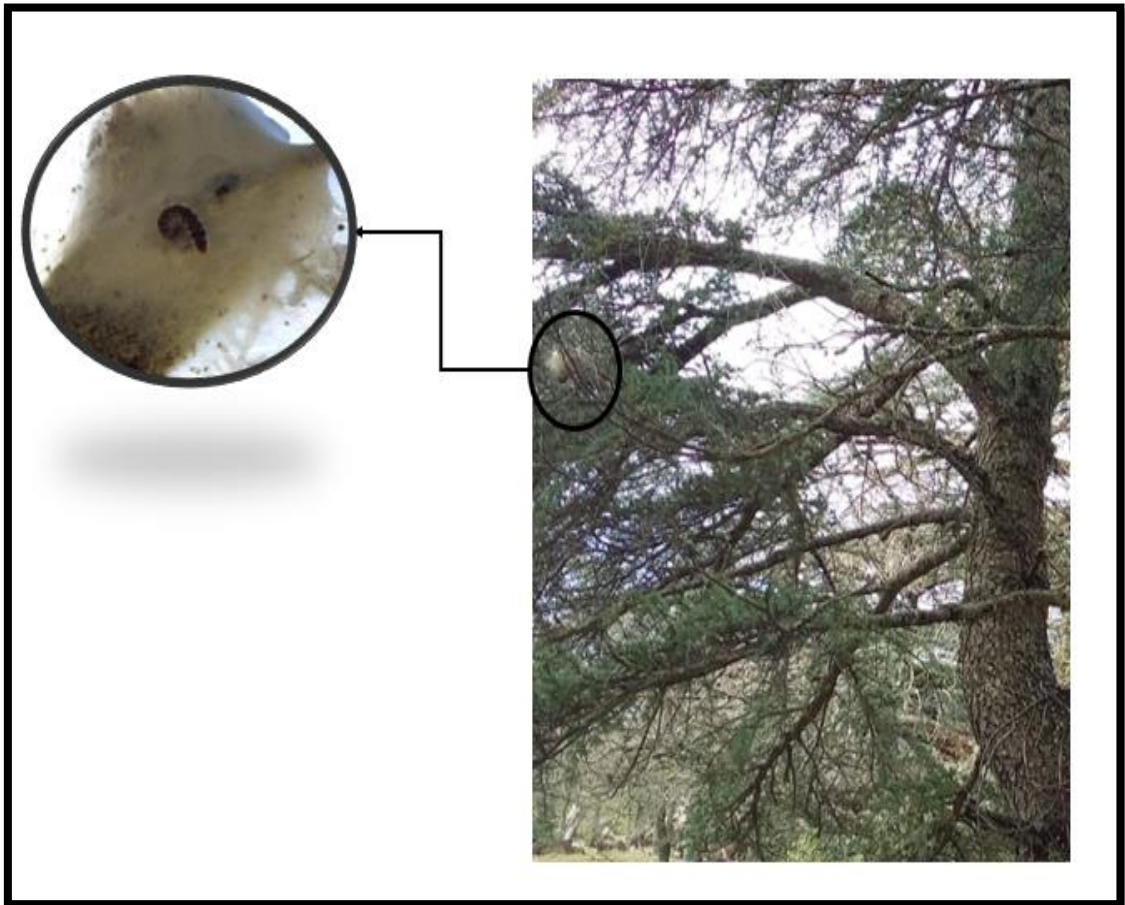


Figure 5.3 : Cèdre affaiblie par l'attaque des chenilles processionnaires (Classe 2)

5.1.4. Classe 3

Début de perte du feuillage, branches desséchés dans le houppier atteignent au moins la moitié de l'arbre. Il existe deux types d'arbres dépéris : les arbres moyennement dépéris présentent un taux de dépérissement compris entre 50 à 60%, et les arbres gravement dépéris étant très intenses, lorsque plus de 75% du houppier est touché (figure 5.4).



Arbre moyennement dépéris

Arbre gravement dépéris

Figure 5.4 : cèdre dépérissant (classe3)

5.1.5. Classe 4

Arbre dépéris, les tiges disposent d'un houppier mort sans feuillage et d'aucune portion verte. A ce stade un dessèchement de tiges (100%), une altération du bois et un détachement de l'écorce (la mortalité totale de l'arbre) sont signalés (Figure 5.5).



Arbre récemment dépéris

Arbre anciennement dépéris

Figure 5.5 : Cèdre mort sur pied (classe 4)

5.2. Indice de dépérissement

Les observations des arbres dépéris échantillonnés (figure 5.6) permettent de distinguer quatre classes de dépérissement selon l'indice sanitaire de Bouvarel (1984). Les trois premières classes soit les classes de début de dépérissement, dépérissement faible et dépérissement grave ne présentent qu'une fréquence relative de 25%. En revanche, la fréquence la plus élevée est enregistrée pour la classe de dépérissement très grave (soit 75%). Ces résultats sont confirmés par ceux de Taleb (2017), qui a signalé dans son étude que la classe de dépérissement très grave présente une fréquence de 50% des tiges recensées dans la cédraie de Theniet El Had.

Après le calcul de l'indice sanitaire du canton OURTENE, nous avons trouvé que l'ID est égal à 4,41.

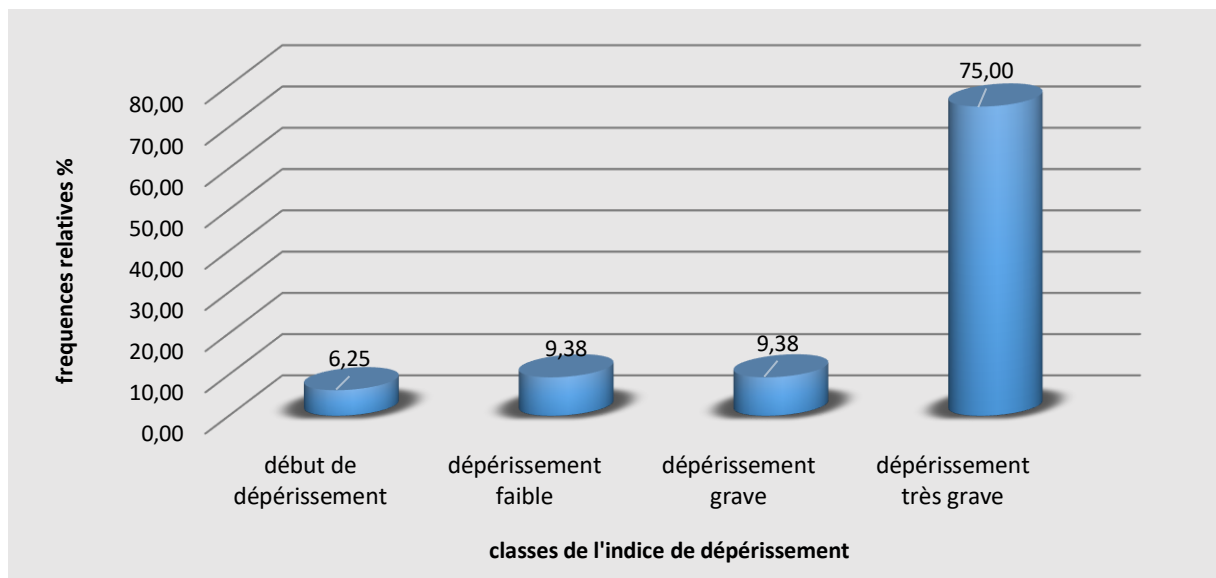


Figure 5.6 : Fréquences relatives des classes de l'indice de dépérissement.

5.3. Facteurs stationnels

Les facteurs stationnels jouent un rôle important pour caractériser l'état d'un peuplement forestier. Cette description stationnelle a nécessité de récolter des informations qualitatives ; Il s'agit des données relatives suivantes : *exposition, microrelief, altitude* et *pente*.

5.3.1. Exposition

L'exposition est un facteur déterminant dans la structure d'un peuplement et descripteur de climat (chaleur, lumière, précipitation, humidité) (Seigue, 1985).

Sur le terrain, nous avons enregistré deux strates d'exposition, il s'agit de :

- ◇ Exposition E-NE : 15 arbres observés, soit 46.88% de fréquence relative.
- ◇ Exposition S-SE : 17 arbres observés, soit 53.13% de fréquence relative

A travers la figure 5.7 nous remarquons que le dépérissement se rencontre dans toutes les expositions mais demeure fréquent (53.13%) dans l'exposition orientée vers le sud et le sud-est. Cela est confirmé par les résultats de Bentouati (2008), qui a signalé que le dépérissement se trouve très fréquent dans les stations sèches et ensoleillées.

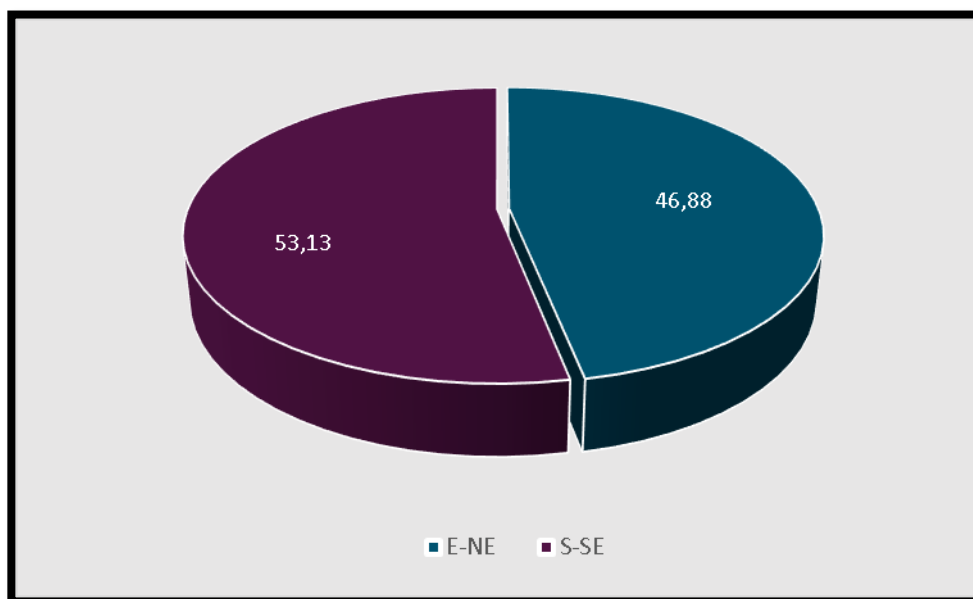


Figure 5.7 : Répartition en % des classes d'exposition

5.3.2. Altitude

L'altitude ou l'étagement altitudinal influe sur la répartition, la croissance et le développement des végétaux (Masson, 2005).

Les valeurs d'altitude enregistrées au niveau du canton d'étude sont comprises entre 1545 et 1727m. D'après la figure 5.8 nous observons que le plus grand nombre d'arbre dépéris et dépérissants se rencontrent dans la strate altitudinale de 1600 à 1700m (soit une fréquence relative de 63 %). En revanche, la fréquence la plus faible est enregistrée dans la strate altitudinale de 1500 à 1600m.

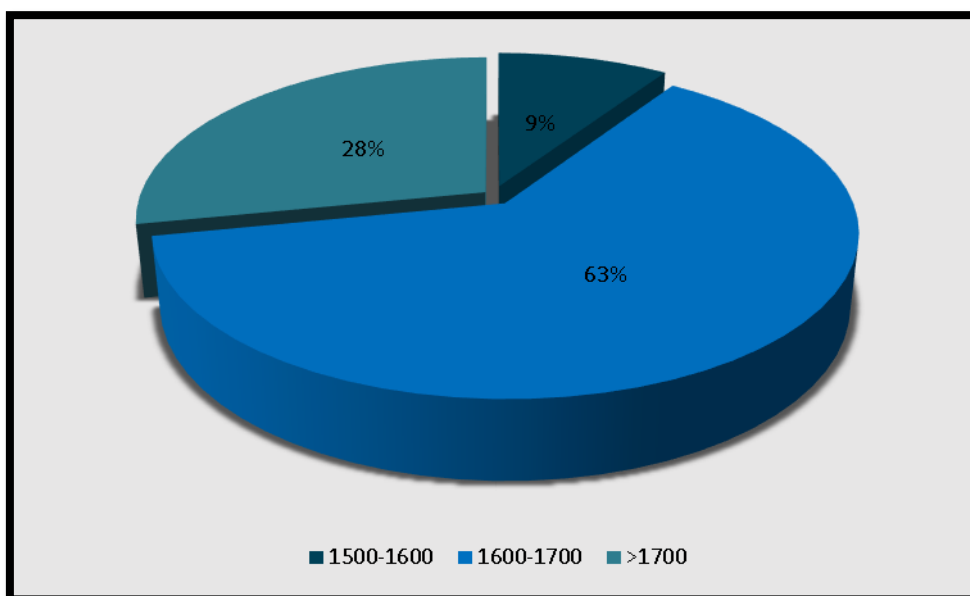


Figure 5.8 : Répartition en % des classes d'altitude

5.3.3 Pente

La pente est un facteur écologique descripteur, détermine la répartition de la régénération du cèdre. Elle agit sur l'installation et le développement du semis, la stabilité du terrain et la capacité de rétention en eau (infiltration, ruissellement) (Guehl, 1984).

Les valeurs de pente enregistrées dans le canton OURTENE sont comprises entre 0° et 25° . Nous avons retenue trois classes de pente y sont :

- ✱ Classe de pente de 0 à 10° : dans 25 arbres enregistrés (soit 78.13%).
- ✱ Classe de pente de 10° à 20° : dans 5 arbres enregistrés (soit 15.63%).
- ✱ Classe de pente de 20° à 30° : dans 2 arbres enregistrés (soit 6.25%).

Nous observons à travers la figure 5.9 que 78,13% des arbres dépéris et atteints se situent sur les pentes de l'ordre de 0 à 10% soit les stations de faible pente, alors que le dépérissement est moins fréquent dans les classes de pentes de 10° à 20° et de 20° à 30° avec des fréquences relatives de 15,63% et 6,25% respectivement. Cette situation menace la régénération du cèdre dans les terrains à faible pente.

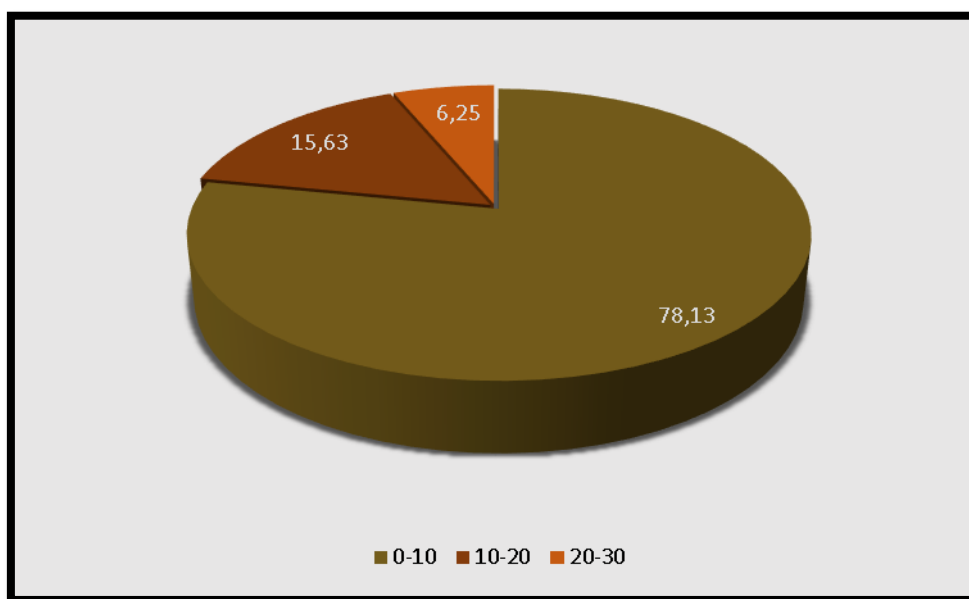


Figure 5.9 : Répartition en % des classes de pente

5.3.4. Microrelief

Le microrelief est un facteur descripteur déterminant qui joue un rôle important dans la rétention de l'eau, la structure et la croissance des essences forestières (Zedek, 1993 ; Masson, 2005).

Les observations sur terrain du canton OURTENE permet de distinguer deux strates de microreliefs *concave* et *intermédiaire*.

A partir des observations de la figure 5.10 nous constatons que le dépérissement est plus élevé au niveau du microrelief concave avec un taux de 84% soit la présence de 27 arbres ; alors qu'il est faible au niveau du microrelief intermédiaire avec un taux de 16% où les apports sont nuls ou égaux aux pertes d'eau par drainage.

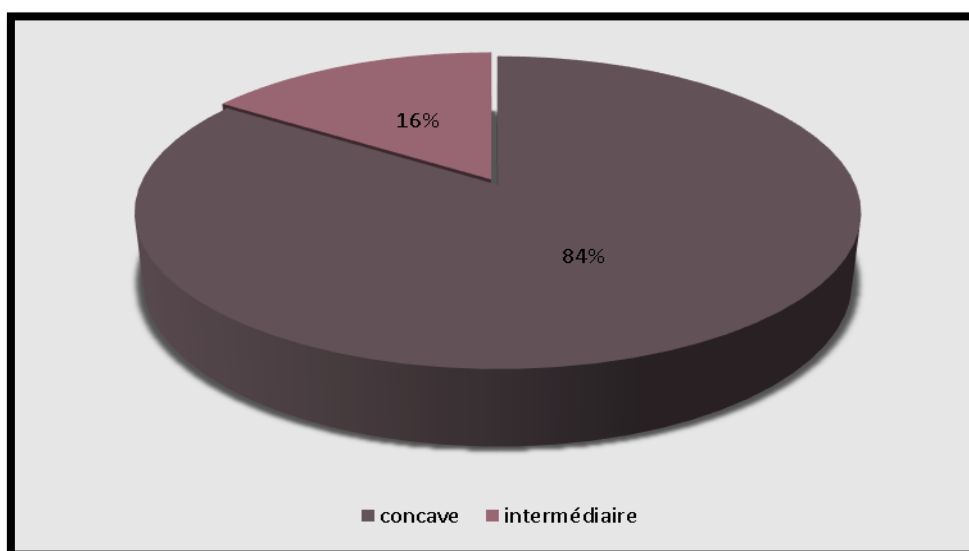


Figure 5.10 : Répartition en % des classes de microrelief.

5.4. Données dendrométriques :

Les données de mesures dendrométriques réalisées sur 32 arbres de cèdres au niveau du canton d'étude ont fait l'objet d'identification sur la base des variables dendrométriques suivantes : *circonférence à 1.30m, hauteur totale, hauteur du houppier et surface terrière.*

Les résultats des mesures dendrométriques des arbres échantillonnés sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau 5.1 : Statistiques descriptives des tiges du cèdre dépéris et dépérissants dans le canton OURTENE.

Statistiques descriptives	C 1.30 (m)	Ht (m)	H houppier(m)	g (m ²)
Valeur minimale	1,05	4,5	0	0,09
Valeur maximale	7,1	32	6	4,01
Moyenne	2,57	10,47	0,80	0,66
Écart-type	1,33	5,62	1,66	0,80
CV	52%	54%	2,07	100%

5.4.1. Circonférence à 1.30

La figure 5.11 illustre la répartition des classes de circonférence à 1,30m des tiges dépéris et atteints du cèdre de l'Atlas. Cette répartition a une allure décroissante ; Nous remarquons que les arbres de la classe de 1.05m à 2.26m (soit la classe des arbres jeunes) sont majoritaire et s'avèrent être dominants avec une fréquence relative de 50 %. En revanche, les classes de circonférence à 1.30m qui dépasse 4 m (soit la classe des tiges les plus âgées) ne présente qu'environ 19 % de fréquence relative, cela nous permet de conclure que le dépérissement touche toutes les catégories de grosseurs des tiges que ce soit jeunes ou adultes.

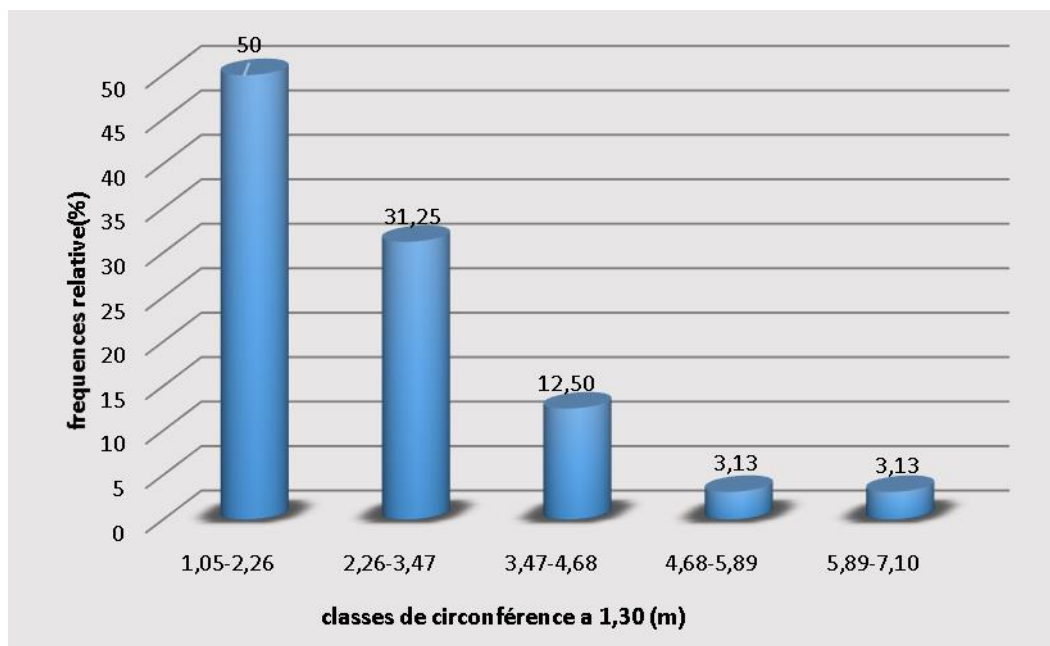


Figure 5.11 : Fréquences relatives des classes de circonférences à 1.30m

5.4.2 Hauteur totale

Ainsi, comme le montre la figure 5.12, la distribution des classes de hauteurs totales suit une allure décroissante, Les hauteurs totales des tiges de cèdre dépéris et dépérissants de la classe la plus faible (inférieure à 10 m) présentent une fréquence relative supérieure à la moitié (soit 56.25%). Donc nous constatons que le dépérissement touche les arbres à hauteur moins élevée. Par contre, les tiges de hauteur supérieur à 10m ne présentent qu'environ 44%.

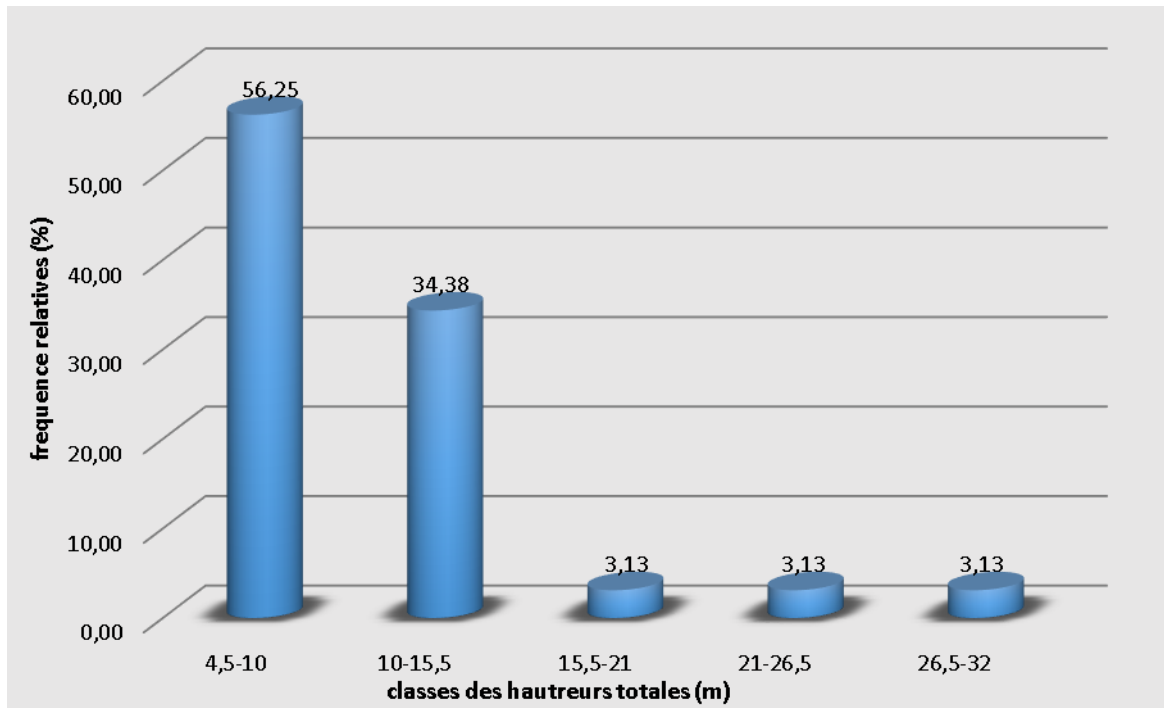


Figure 5.12 : Fréquences relatives des classes des hauteurs totales.

5.4.3. Hauteur du houppier

L'ensemble des branches et des rameaux qui entourent la partie supérieure du tronc sont désignée par le houppier. Plus l'arbre dispose d'espace, plus le houppier est développée (Rondeux, 1993).

Après l'observation de la figure 5.13, nous constatons que les arbres qui ont une partie verte importante de 3 à 6 m sont ceux qui présentent la fréquence relative la plus élevée avec 85%. Ce qui signifie que sont les arbres les moins touchés par le dépérissement. Par contre, les arbres les plus touchés par le dépérissement ne présentent qu'un houppier inférieur à 3 m avec une fréquence faible de 14.29%.

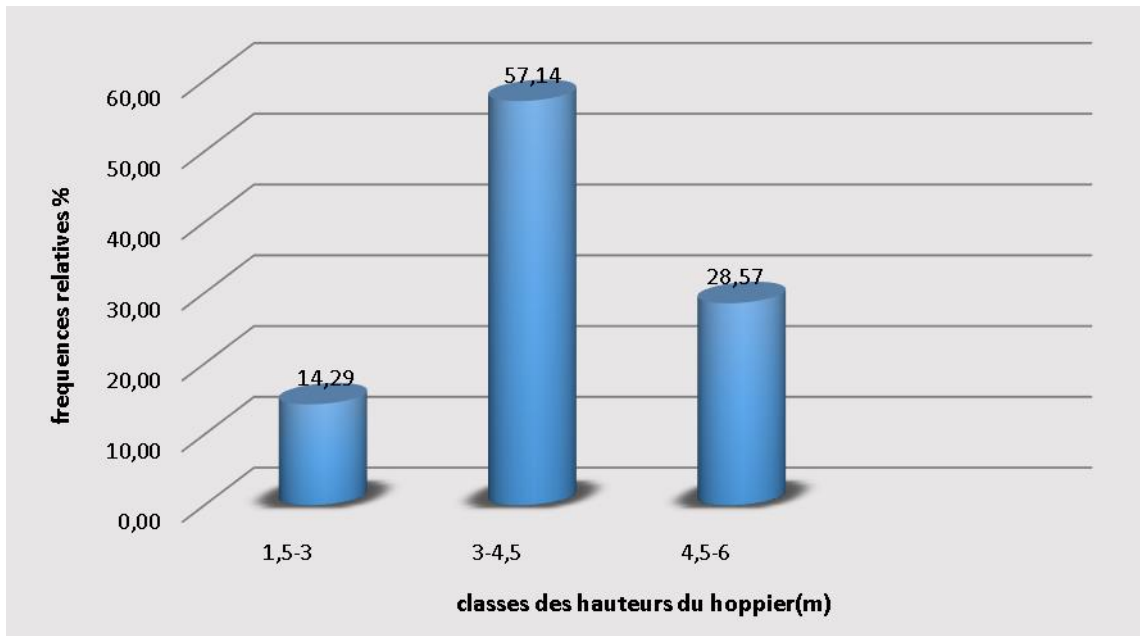


Figure 5.13 : Fréquences relatives des hauteurs du houpier (m)

5.4.4. Surface terrière

D'après Rondeux (1999), la surface terrière d'un arbre est la surface de la partie transversale de cet arbre à hauteur d'homme. Elle est déterminée à partir de la circonférence à 1.30 m par la formule suivante :

$$g = c^2/4\pi$$

Avec g : Surface terrière

c : circonférence à 1.30 m

La figure 5.13 montre la distribution des fréquences relatives des classes de surface terrière des tiges du cèdre dépéris, qui suit une allure régressive. Les observations montrent que les sujets ayant une surface terrière variant entre 0,09 et 1,07m² est la classe la plus dominante avec une fréquence relative égale à 84.38%, suivi par la classe de surface terrière varie entre 1,07 et 2,05m² qui présente environ 9,38% de l'ensemble des tiges. Les classes de surface terrière varient entre 2,05 et 4,01 m² présente la fréquence la plus faible soit 6.26%. Ces résultats nous permettent de conclure que la fertilité stationnelle joue un rôle dans la distribution du phénomène de dépérissement dans la mesure où nous avons enregistré la fréquence la plus élevée de ce fléau dans les stations moins fertiles.

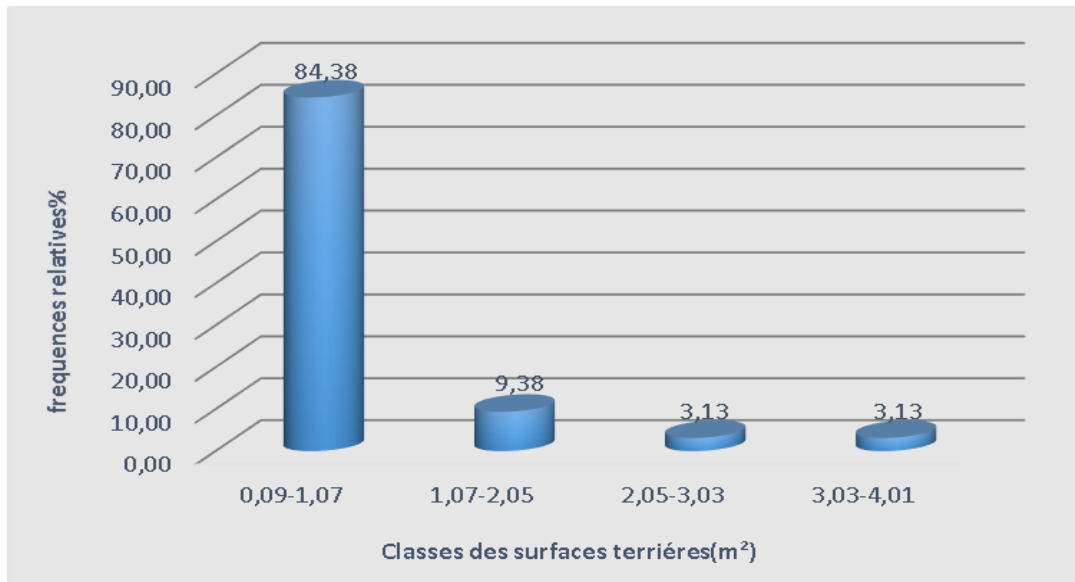


Figure 5.14 : Fréquences relatives des classes des surfaces terrières.

CONCLUSION

CONCLUSION

La cédraie de Theniet El Had, étant considérée comme la plus belle cédraie de l'Algérie ; elle présente une essence forestière noble et endémique des montagnes de l'Afrique du Nord (Maroc et l'Algérie). Cette cédraie est soumise à un étage bioclimatique subhumide à hiver froid avec un étagement altitudinal variant entre 1277 et 1786m. Mais malheureusement, cette cédraie subit une dégradation très intense à cause d'une part des actions anthropiques (surpâturage et les coupes illicites) et d'autre part du phénomène de dépérissement qui prend de plus en plus d'ampleur avec les années.

Cette étude a pour objectif d'évaluer l'état sanitaire des arbres dépéris et dépérissants du cèdre de l'Atlas dans le canton OURTENE du versant sud du parc national de Theniet El Had. L'échantillonnage préconisé dans cette étude est l'échantillonnage pied par pied. En effet, 32 arbres dépéris et dépérissants de *Cèdrus atlantica* ont été recensés dont 24 arbres complètement dépéris (soit une fréquence de 75%) et 8 arbres dépérissants de 5% ,10% ,45%,50%(2 arbres) ,60%,70%(2 arbres).

L'étude symptomatologique des arbres recensés dans le canton d'étude a montré la présence de cinq classes qui sont :

- ✧ Classe 0 : représente un arbre avec un taux de dépérissement de 5% ;
- ✧ Classe 1 : début de dépérissement, comprend un arbre avec un taux de 10% ;
- ✧ Classe 2 : comprend 3 arbres de dépérissement grave (50%) :
- ✧ Classe 3 : comprend 3 arbres de dépérissement très grave (60 à 75 %) ;
- ✧ Classe 4 : comprend 24 arbres morts sur pieds (100% dépéris).

L'étude des facteurs stationnels des arbres recensés sur terrain a montré que le dépérissement du cèdre de l'Atlas est rencontré fréquemment à travers les expositions orientées vers le sud et le sud-est avec une fréquence relative qui dépasse 50%. Le plus grand taux d'arbres dépéris (soit 63 %) se rencontre dans la strate altitudinale de 1600 à 1700 m. 78,13% des arbres dépéris sont enregistrés sur des terrains de faible pentes (comprises entre 0° et 10°) et il y est rencontré au niveau du microrelief concave avec une fréquence de 84%.

L'analyse des résultats obtenus par l'étude dendrométrique des tiges inventoriées a montré que les tiges dépéris et atteints présentent une circonférence moyenne de 2,57m, une hauteur totale moyenne de 10,47m et une surface terrière moyenne de 0,66m². Ces résultats nous permettent de signaler que le phénomène de dépérissement touche les arbres de toutes les catégories de grosseurs des tiges jeunes ou adultes, qui ont une hauteur moins élevée et il se trouve dans les stations moins fertiles avec une adaptation faible aux conditions du milieu et une importante compétition.

Enfin, nous espérons avoir pu aboutir à un diagnostic aussi représentatif et rationnel que possible à travers ce modeste travail et qu'il serait ainsi vital d'intégrer les résultats obtenus dans les futurs plans de gestion.

RÉFÉRENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

- ✓ Abdelhamid, D.1992. Contribution à l'étude des insectes du cèdre de l'Atlas. *Cèdrus atlantica*, M 1844 dans la cédraie de Theniet el had. Thèse Ingénieur en Agronomie. univ. Ines, Blida, 66 pp.
- ✓ Abdelhamid, D; Marniche, F; Allal-Benfekih, L; Benadjroud, N; Mouna, M. 2017. Importance des coléoptères sylvatique associés au cèdre de l'Atlas au niveau du parc national de Theniet El Had (Algérie). *Revue Agrobiologie* : 297-298.
- ✓ Abdessemmed, K. 1981. Le Cèdre de l'Atlas dans les massifs de l'Aurès et du Belezma- Étude phytosociologique et problèmes de conservation et d'aménagement – Thèse de doctorat. Jérôme, Marseille. 199 p.
- ✓ Anonyme. 1999. Précis de sylviculture. Ed. Agro Paris Tech: Paris. 484p.
- ✓ Aussenac, G. ; Guehl, J.-M.1994. Dépérissement et accident climatique. *Revue forestière français*. V : 46 : 458-470.
- ✓ Aussenac, G.1984. Le cèdre, essai interprétation bioclimatique et écophysologique. *Bulle soc.pot.Fr* 131 :385-398.
- ✓ Bessah, G. 2005. Les parcs nationaux d'Algérie. *Réseau des parcs –INTERREG IIIC Sud "* Naples- Italies. Algérie : DGF, 6p.
- ✓ Benabid, A.1994. Biogéographie phytosociologie et phytodynamique des cédraies de l'Atlas *cedrus atlantica* (Manetti). *Annales des Sciences forestière* : 61-76.
- ✓ Bentouati, A. ; Bariteau, M. 2006. Réflexions sur le dépérissement du cèdre de l'atlas Aurès (Algérie). *Forêt méditerranéenne*, N°4. v : 27. 317-320.
- ✓ Bentouati, A. 2008. La situation du cèdre de l'atlas dans les Aurès (Algérie). *forêt méditerranéenne* .N°2_v :29 : 206-207.
- ✓ Bouazza, Kh. 2011. Etude éco pédologique du dépérissement de *Cedrus atlantica* Manetti dans le parc national de Theniet El Had (W.Tissemsilt). Mémoire de Magister en Biodiversité Végétale. Univ. Ibn Khaldoun. Tiaret. 85p.
- ✓ Bouvarel, P. 1984. Le dépérissement du foret attribué aux dépôts atmosphériques acides. *Revue forestière français*. N°3. V. 36 : 173-180.
- ✓ Bonneau, M et Landmann, G. 1988. De quoi la forêt est-elle malade ? *La Recherche*, N°205 :1542-1553.
- ✓ Boudy, P.1950. Economie forestière nord-africaine. Tome 02. Monographies et traitements des essences forestières. Fascicule 02. Paris: Larose, 878p.
- ✓ Boudy, P.1955. Economie forestière nord- africaine. Tome 04. Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Paris: Larose, 482p.

- ✓ Branthomme, A., Altrell, D., Saket, M., Vuorinen, P. 2002. Inventaire forestier national : manuel de terrain modèle. Edition : FAO. Rome. 50-53p
- ✓ Chadeaud, M. ; Emberger, L. 1960. Traite de botanique systématique. Tom1. Ed. Masson : France.1016p.
- ✓ Dagnelie, P, 1970. Théorie et méthode statistique. Vol. 2. Ducolot, Gembloux, 415p.
- ✓ Dagnelie, P., Palm, R., Rondeux, J., Thill, A. 1988. Les tables de cubage des arbres et des peuplements forestiers. Gembloux (Belgique) : Les presses agronomiques de Gembloux, 148p.
- ✓ Delatour, C, 1990. Dépérissement des chênes et pathogènes, N°2 : 182 p.
- ✓ Debazac, E-K. 1991. Manuel des conifères. France : Nancy, ENGREF, 172p.
- ✓ D.G.F. 2005. Parc National de Theniet-El-Had. Alger: DGF, 3p.
- ✓ Emberger, L.1938. Contribution à la connaissance des Cèdres et en particulier du Deodar et du Cèdre de l'Atlas. *Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale*. N°198 :84-90.
- ✓ Ezzahiri M. ; Belghazi B. 2000. Synthèse de quelques résultats sur la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas au Moyen Atlas (Maroc). *Sécheresse*. N : 2- V : 11 : 79-84.
- ✓ Fabre, J-P. 1976. Extension du cèdre et risques d'attaques d'insectes. *Revue forestière français*. N : 28_V :4 Class. Oxford 174 CEDRUS: 453.
- ✓ FAO. 2000. L'étude prospective du secteur forestier en Afrique : Algérie. *Rapport FOSA*: 60p.
- ✓ Faurel, L ; Lafitte, R. 1949. Les facteurs de répartition des céderais dans le massif de l'Aurès et du Belezma. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*. V : 40: 178-182.
- ✓ Gagnon, G ; Roy, G.1994. Le dépérissement de l'érable sucré (*Acer saccharum Mash.*) au Québec. *Revue forestière français*. XLVI : 512-518.
- ✓ Gaudin, S.1996. Dendrométrie des peuplements. Besançon : BTSA gestion forestière. Module D42. V.1.1, 66p.
- ✓ Guehl, J-M.1984. Dynamique de l'eau dans le sol en forêt tropicale humide guyanaise. Influence de la couverture pédologique. *ann. sci. for.* N : 2.V.41 :195-236.
- ✓ Gounot, M, 1969. Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson. Paris. 314p.
- ✓ Grieu, P. ; Aussenac, G.1988. Croissance et développement du système racinaire de semis de trois espèces de conifères : *Pseudotsuga menziesii*, *Pseudotsuga macrocarpa* et *Cedrus atlantica*. *ann. sci. for.* N : 4.V.45 :117-124.
- ✓ Guyon, J-P.1998. Reference Forêt. Ed. Synthèse Agricole: Bordeaux .296p.

- ✓ Harfouche, A ; Nedjahi, A. 2003. Prospections écologiques et sylvicoles dans les cédraies du Belezma et de l'Aurès à la recherche de peuplements semenciers et d'arbre plus. N°2 :113-114.
- ✓ Hartman, G.Nienhaus, F. Butin, H. Winter, K.1991. Les symptômes de dépérissement des arbres forestiers .Ed. I.D.F : Paris.256 p.
- ✓ Jacamon, M. 2002. Guide de dendrologie arbre, arbuste, arbrisseaux des forets français. Ed. Agro Paris Tech : Paris. 350p.
- ✓ Khanfouci, M-S. 2005. Contribution à l'étude de la fructification et de la régénération du cèdre de l'Atlas (*cedrus atlantica* M.) dans le massif du BELEZMA. Thèse de doctorat en sciences agronomique. université El Hadj lakhdar, Batna : 248p.
- ✓ Laflamme, G. 1992. Diagnostic des cas de dépérissement. *Coll. Recherche sur le dépérissement*. Un premier pas vers le monitoring de forêts : 189-193.
- ✓ Lanier, L.1994. Précis de sylviculture 2eme édition.ed.ENGREF : Paris.477p.
- ✓ Lanier, L., Joly, P., Bondoux, P., Bellemere, A. 1976. Mycologie et Pathologie forestière Tome 2. edi. Masson : Paris. 478 p.
- ✓ 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. *Annales de la Recherche Forestière au Maroc*. N : 15 : 149-269.
- ✓ Louni, D-j.1994. Les forêts algériennes. *forêt méditerranéenne* .N°1_v :15 : 95-60.
- ✓ Massenet, JY. 2005. Hauteur des arbres. Cours de dendrométrie. Mesnières : Lycée forestier, 19p.
- ✓ Masson, G. 2005. Autoécologie des essences forestières.essences2.comment installer chaque essence à sa place. Editions TEC et DOC .Paris :France.345p.
- ✓ M'hirit, O.1999. Le cèdre de l'atlas à travers le réseau Silva méditerranée «cèdre». billon et perspectives. *Forêt méditerranéenne*. N°3. V.20 : 91-99.
- ✓ M'hirit, O. ; Benzyane, M. 2006. Le cèdre d'atlas : mémoire de temps. Ed. Mardaga : France. 291p.
- ✓ Nageleisen, L-M.1993. Les dépérissements d'essences feuillues en France. *Revue forestière français*.V:45 :612-613.
- ✓ Nageleisen, L. 1994. Dépérissement actuel des chênes. *Revue forestière française*. XLVI, numéro spécial sous-titre "les dépérissement d'arbre forestiers : cause connues et inconnues " :504-511.
- ✓ Nageleisen, L-M. 2007. Les problèmes phytosanitaires du cèdre en France. *Forêt-entreprise*, n°174 : 30-31.

- ✓ Nageleisen L-M. 2012. Guide de notation de l'aspect du houppier des arbres feuillus dans un contexte de dépérissement (Protocole DEPEFEU). Ministère de l'Agriculture, Département de la Santé des Forêts. 18 p.
- ✓ Nageleisen, L. ; Goudet, M. ; Saintonge, F. 2017. Guide de notation simplifiée de l'aspect du houppier des arbres forestiers .N°-V ° :2-3.
- ✓ Nicolini, E.; Caraglio, Y.; Pelissier, R.; Leroy C.; et Roggy J.C. 2003. Epicromic branche: a growth indicator for the tropical forest tree, *Dicorynia guianensis* Amshoff (Caesalpiniceae).Annals of Botany. 92. 97-105.
- ✓ O.N.F, (2010). Guide de gestion des forêts en crise sanitaire. Paris, 100 p.
- ✓ Parde, J. Bouchon, J. 1988. Dendrométrie. France : Nancy, ENGREF, 328p.
- ✓ Philippe, G. ; Baldet, P. ; Héois, B. ; Ginisty, C.2006. Reproduction sexuée des conifères et production de semences en vergers à graines. Ed. Cemagref : France. 572p.
- ✓ P.N.T.E.H. 2007. Plan de gestion (2002-2007). Parc national de Theniet El Had. 115p.
- ✓ P.N.T.E.H. 2012. Plan de gestion (2008-2012). Parc national de Theniet El Had. 65p.
- ✓ Rameau, G-C. ; Mansion, D. ; Bumé, G. ; Lecoumte, A. ; Pimbal, J. ; Dipont, P. ; Keller, R. 2005. Flore forestière française. Guide écologique illustres. Tome 2. Plaines et collines. IDF. Paris. 887p.
- ✓ Riou-Nivert, P. 2001. Les résineux. Tom 01. connaissance et reconnaissance. Ed .IDF : paris.
- ✓ Riou-Nivret, P.2005. Les résineux. Tome 02 : Ecologie et pathologie. Ed.I.D.F : Paris. 447p.
- ✓ Rondeux J, 1999. La mesure des arbres et des peuplements forestiers. Belgique : Les presses agronomiques de Gembloux, 251p.
- ✓ Roy, G.1998. Rôle des facteurs climatique dans le mécanisme du dépérissement des érablières appalachiennes. Thèse de doctorat. Université Sherbrooke Canada.587pp
- ✓ Sari, D. 1977. L'Homme et l'érosion dans l'Ouarsenis. Ed. Société National D'édition et de Diffusion, Alger, 623p.
- ✓ Seigue, A. 1985. La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes. *Maisonneuve & Laros*. 502p.
- ✓ Seltzer, R. 1946. Le climat de l'Algérie. Alger : Imp. La typo et jules carbone. Réunion, 220p.
- ✓ Taleb, M-L. 2011. Contribution à l'étude de l'influence de la densité sur le dépérissement du Cèdre de l'Atlas (*Cèdrus atlantica* Manetti) dans le parc national de Theniet El Had .Algérie. Thèse de magister en écologie forestière. Univ. Ziane Achour. Djelfa. 99p.
- ✓ Taleb, M-L. 2017. Etude de l'influence de la densité de l'état de sociabilité des tiges sur le dépérissement du cèdre de l'Atlas *Cèdrus atlantica* Manetti dans le parc national de Theniet El Had(Algérie).Thèse de doctorat en science de la nature et de la vie. Université Djilali Liabes. Sidi Bel Abbes : 59pp+Annex.

- ✓ Toth, J.1980. Le cèdre dans quelques pays du pourtour méditerranéen et dans deux autres pays a grande importance forestière. Forêt méditerranéenne. n° 1.v.II : 23-30.
- ✓ Toth, J. 1990a. Le Cèdre. 2 : Utilisation et qualité technologique du bois. Forêt privée. N° 194 : 57-61.
- ✓ Toth, J. 1990b. Le Cèdre 3. Intérêt paysage. Cédraie touristique. Forêt privée. N° 195 :50-57.
- ✓ Toth, J.P. 2005. Le cèdre en France, étude approfondi de l'espèce. Edi Harmattan, Paris, 271p.
- ✓ Traore, M-L ; Camara, M-C ; Bah, M-O ; Kouyate, B. 2006. Synthèse des études de vulnérabilité adaptation du secteur forestier aux changements climatiques en guinée. Projet plan d'action national d'adaptation aux changements climatiques (pana-cc) gui. 03. 37p.
- ✓ Vennetier, M. 2012. Changement climatique et dépérissement forestière : causes et conséquences. *Forêt environnement et sociétés*. N° .02 : 50-60.
- ✓ Zine El Abidine, A .2003. Le dépérissement des forêts au Maroc : analyse des causes et stratégie de lutte. Sécheresse, N°4, vol 14 : 209-218.
- ✓ Zedek, M.1993. Contribution à l'étude de la productivité du *Cèdrus atlantica* Manetti (cèdre de l'Atlas) dans le parc national de Theniet El Had. Thèse magister, INA, Alger : 175pp.

Résumé

Notre travail de recherche a pour but d'étudier l'évaluation de l'état sanitaire des arbres dépéris et dépérissants du cèdre de l'Atlas dans le canton OURTENE du versant sud du parc national de Theniet El Had. Le dépérissement des arbres forestiers est un phénomène complexe qui résulte de nombreux facteurs biotiques, abiotiques ou anthropiques. A cet effet, nous avons recherché sur la base des observations de déficit foliaire qui ont été effectués sur 32 arbres dépéris et dépérissants de cèdre de l'Atlas. Les résultats des données dendrométriques des tiges inventoriées montrent une circonférence moyenne de 2,57m, une hauteur totale moyenne de 10,47m et une surface terrière moyenne de 0,66m². L'étude des données topographiques a montré que le phénomène de dépérissement se rencontre dans les stations orientées vers l'Est-Sud, sur les terrains concaves avec une pente faible et dans l'étagement altitudinal de 1600 à 1700 m.

Mots clés : Cèdre de l'Atlas, dépérissement, état sanitaire, canton OURTENE, parc national de Theniet El Had.

المخلص

يهدف عملنا البحثي إلى دراسة تقييم الحالة الصحية لأشجار الأرز الأطلسي في canton OURTENE في الجانب الجنوبي من منتزه ثنية الحد. تعتبر ظاهرة اضمحلال شجرة الأرز ظاهرة معقدة تنجم عن العديد من العوامل الأحيائية أو الأحيائية أو البشرية. لهذا الغرض، بحثنا على أساس ملاحظات تم إجراؤها على 32 شجرة مضمحلة أو في طريق الاضمحلال. تظهر نتائج البيانات التشعبية أن، متوسط محيط يبلغ 2.57 مترًا، ويبلغ متوسط ارتفاعه الإجمالي 10.47 مترًا ومتوسط مساحة الأساس 0.66 متر مربع. أظهرت دراسة البيانات الطبوغرافية أن ظاهرة اضمحلال الموجهة نحو الشرق والجنوب، على التضاريس المقعرة ذات المنحدر الضعيف وفي التدرج الارتفاعي من 1600 إلى 1700 متر.

الكلمات المفتاحية: أرز الأطلسي، الذبول، الحالة الصحية، canton OURTENE، حديقة ثنية الحد الوطنية.