

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة الجيلالي بونعامة بخميس مليانة
Université de Djillali Bounaama Khemis Miliana
Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre
Département de: Biologie



Mémoire de fin d'étude
En vue de l'obtention d'un diplôme de **Master** en
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : ressource en sol eau et environnement
Spécialité: Eau et Bioclimatologie

***Contribution à l'étude de l'influence de quelques facteurs
écodendrométriques sur le dépérissement du cèdre de l'Atlas
(Cedrus Atlantica Manetti) dans le Parc National de Theniet
El Had (W. Tissemsilt)***

Présenté par :

M^{elle} **FERHAT Soumaya**

Soutenu le 16/06/2015 Devant le jury:

Présidente : Mme. MOUSTFAOUI Hassiba
Encadreur : Mr. HAMMOUDA Rachid Fethi
Co-encadreur : Mr. TALEB Mohamed Lamine
Examinateur : Mr. BELOUAZNI Ahmed
Examineur : Mr. LICIR Mourad

Année universitaire 2014-2015

Résumé :

La présente étude a pour objet de rechercher d'éventuelle relation entre le dépérissement du cèdre de l'Atlas dans le parc national de Theniet El Had (wilaya de Tissemsilt) et quelques caractéristiques écodendrométriques à savoir « les facteurs stationnels et dendrométriques ». A cet effet, Vingt (20) placettes circulaires temporaires de 10 ares y sont installées dans le versant nord de la cédraie.

Le dépérissement est largement recensé dans les basses altitudes (1325-1425), à des expositions (W.NW à NE), sur un microrelief concave et sur des sols à pente supérieure à 10°

L'analyse de la variance à un facteur au seuil de signification de 95%, a fait l'objet d'étude, Il en ressort que :

- Le taux de dépérissement ne présente pas une différence significative avec les facteurs stationnels (Exposition, Altitude, La pente et Microrelief).
- Le taux de dépérissement présente des différences non significatives avec les variables dendrométriques (La hauteur dominante, la circonférence dominante, la densité totale..).

Mots clés :

Cèdre de l'atlas, Dépérissement, PNTH, Variables dendrométriques, facteurs stationnels.

Abstract:

This study is designed to search for potential relationship between ecodendrometrics characteristics and the decline of the Atlas cedar in national park of Theniet El Had (wilaya of Tissemsilt) to be known « stationnels and dendrometrics factors ». For this purpose, twenty (20) temporary circular plots are installed in the northern slope of the cedar forest.

Dieback is widely identified in the lower elevations (1325-1425), exposure (W.NW to NE), on a microrelief concave and on soils with slope greater than 10°.

Analysis of the variance one factor at the 95% significance level, has been the subject of study, it appears that:

- The rate of decline shows no significant difference with the stationnels factors.
- The rate of decline shows non-significant differences with the dendrometrics variables.

Key words:

Cedar of the atlas, decline (Dieback), NPTEH, dendrometrics Variables, stationnels factors.

المخلص:

تهدف هذه الدراسة للبحث عن مختلف العلاقات الممكنة بين ظاهرة اضمحلال شجرة الأرز الأطلسي بالحظيرة الوطنية لثنية الحد (ولاية تيسمسيلت) وبعض العوامل البيئية (العوامل المحطية) و المتغيرات القياسية، لهذه الغاية، قمنا بتثبيت 20 وحدة قياسية دائرية الشكل، و ذات مساحة 10 ار، بالمنحدر الشمالي من غابة الأرز الأطلسي. أظهرت النتائج أن الاضمحلال يكون بدرجة كبيرة على مستوى الوحدات القياسية ذات: الارتفاع المنخفض (1325-1425 م)، التعرض (غرب. الشمال الغربي الى الشمال الشرقي)، التباين المقعر، و الوحدات ذات الميل الأكثر من 10°. باستعمال تحليل التباين عند مستوى معنوية 95%، وجدنا ان: نسبة الاضمحلال غير معنوية مع الخصائص المحطية (الارتفاع، التعرض، التباين، والميل)، كما انها غير معنوية مع الخصائص القياسية (المساحة القاعدية الكلية، المحيط المهيمن، الارتفاع المهيمن، الكثافة الكلية، والحجم الكلي).

الكلمات المفتاحية :

الأرز الأطلسي، الاضمحلال، الحظيرة الوطنية لثنية الحد، العوامل البيئية، العوامل المحطية، المتغيرات القياسية.

Dédicace

A MES CHERS PARENTS,

A MES FRERES,

A MES SEOURS ET LEURS MARIS,

A LA MEMOIRE DE MON GRAND PERE,

A MES GRANDS PARENTS AINSI QU'A TOUTE MA FAMILLE,

A MON BEAU NEVEU ANES ET MA TRES JOLIE NIECE LINA,

A VOUS MES ADORABLES SOEURS : ZAKIA, JAMILA ET FATIMA,

A VOUS SPECIALEMENT MA CHERE : BAHIA HALIMA

A MES AMIES ET TOUS CEUX QUI ME SONT CHERS

A TOUTE MA PROMOTION

JE DEDIE CE TRAVAIL.

FERHAT SOUMAYA

Remerciements

Avant de présenter ce modeste travail, je tiens à remercier mon Dieu le tout puissant de m'avoir accordé la volonté, la force et la patience pour terminer ce travail.

Qu'il me soit permis d'exprimer ma profonde gratitude et toute ma reconnaissance à Monsieur **HAMMOUDA Rachid Fethi** mon encadreur et à Monsieur **TALEB Mohamed Lamine** mon co-encadreur de mémoire, que je respecte énormément. Je les remercie du fond du cœur pour leurs aides et leurs précieux conseils. Ces surtout grâce à eux que je suis parvenue à réaliser ce travail.

Ma gratitude va également à **Mme. MOUSTFAOUI Hassiba**, qui a avec beaucoup d'amabilité accepté de présider le jury. Je lui exprime ma profonde reconnaissance et mes sincères remerciements.

Que **Mr BELOUAZNI Ahmed** et Mr **LICIR Mourad** soient chaleureusement remerciés d'avoir voulu examiner de près mon travail.

Que **Mr Djerdini Elhaouari**, Directeur du parc national de Theniet El Had, soit remercié pour m'avoir aidé et pour son indulgence, rendant possible la bonne fin de ce travail.

J'adresse mes sincères remerciements à **Mr NADIR Mahdi** et toutes les personnes qui m'ont aidé au niveau du parc national de Theniet El Had surtout : **NOUREDINE**.

Mes vifs remerciements à toute la promotion eau et bioclimatologie.

Que toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin soient rassurées qu'aucune d'elles n'est oubliée.

FERHAT Soumaya

Liste Des Abréviations

ANOVA	: L'analyse de la variance à un facteur, au seuil de signification de 95%
c	: Circonférence à 1.30m
C1.30	: Circonférence à 1,30m
Dt	: Densité totale
E.NE au SE	: Est. Nord Est au Sud Est
EDH	: Evaluation des dégâts du houppier par tiers
Fig	: Figure
Ft	: Forme de la tige
G	: Surface terrière totale (m ² /ha)
G	: Surface terrière tige (m ²)
GPS	: Global Positioning System
Ha	: Hectare.
Hh	: Hauteur du houppier
Ht	: Hauteur totale
M	: Température moyenne du mois le plus froid en °K
M	: Température moyenne du mois le plus chaud en °K
MF	: Maladies du feuillage
Pc	: Production de cônes
Q2	: Quotient pluviométrique d'EMBERGER.
s	: Superficie (ha).
T	: Température.
Vt	: Volume total sur pied.
W.NW au NE	: Ouest. Nord-Ouest au Nord Est
%	: Pourcentage

Liste Des Figures

Figure.1.1	: Répartition géographique du cèdre de l'Atlas en Algérie et Marco.	.....	5
Figure.1.2	: port du cèdre de l'Atlas	.....	7
Figure.1.3	: Cône et aiguille du cèdre	.....	7
Figure.2.1	: La situation du parc national dans la wilaya de Tissemsilt.	.....	12
Figure.2.2	: Variation des précipitations annuelles « Station de Theniet El Had ».	.....	14
Figure.2.3	: Variation des précipitations mensuelles « Station de Theniet El Had ».	.....	14
Figure.2.4	: Diagramme ombrothèrmique de Bagnouls et Gausson relatif à la zone d'étude	.....	16
Figure.2.5	: Climagramme d'Emberger	.....	17
Figure.2.6	: Tache de dépérissement de six cèdres dépérit au niveau de la cédraie de Theniet El Had.	.....	19
Figure.3.1	: La spirale du déclin (mécanisme de dépérissement).	.....	22
Figure.3.2	: Des sujets de cèdre de l'Atlas dépérissent au niveau de la cédraie de Theniet El Had (02.05.2015).	.....	24
Figure.4.1	: Répartition des 20 placettes d'étude.	.....	25
Figure. 4.2	: Représentation schématique des unités d'échantillonnage.	.....	26
Figure.4.3	: Matériel utilisé.	.....	28
Figure. 4.4	: Mesure de la hauteur totale.	.....	29
Figure. 4.5	: Niveau de mesure de la grosseur des arbres en situations particulières.	.....	29
Figure.5.1	: Distribution en fréquence relative des formes des tiges des peuplements de cèdre inventoriés.	.....	32
Figure.5.2	: Distribution en fréquences relatives des maladies du feuillage des peuplements de cèdre inventoriés	.....	33
Figure.5.3	: Distribution en fréquence relative des classes des dégâts du houppier des peuplements de cèdre inventoriés	.....	34
Figure.5.4	: Distribution en fréquence relative des catégories de production des cônes des peuplements de cèdre inventoriés	.....	34

Figure.5.5	: Fréquences relatives des classes de Circonférence moyenne à 1.30m	.....	35
Figure.5.6	: Fréquences relatives des classes de Circonférence dominante	.....	36
Figure.5.7	: Fréquences relatives des classes de Hauteur totale moyenne	.....	36
Figure.5.8	: Fréquences relatives des classes de Hauteur dominante	.....	37
Figure.5.9	: Fréquences relatives des classes de longueur du houppier des tiges de cèdre inventoriées	.....	38
Figure.5.10	: Fréquences relatives des classes de longueur du fût des tiges de cèdre inventoriées	.....	38
Figure.5.11	: Fréquences relatives des classes de la surface terrière totale à travers les placettes d'étude.	.....	39
Figure.5.12	: Fréquences relatives des classes de densité totale du cèdre à travers les placettes d'étude.	.....	39
Figure.5.13	: Fréquences relatives des classes du Volume total (m ³ /ha)	.....	40
Figure.6.1	: Taux de dépérissement à travers les microreliefs recensés	.....	42
Figure.6.2	: Taux de dépérissement à travers l'étagement altitudinal	.....	43
Figure.6.3	: Taux de dépérissement à travers les expositions	.....	44
Figure.6.4	: Taux de dépérissement à travers les classes de pente	.....	45
Figure.6.5	: Taux de dépérissement à travers les classes de surface terrière totale	.....	46
Figure.6.6	: Taux de dépérissement à travers les classes de hauteur dominante du cèdre	.....	47
Figure.6.7	: Taux de dépérissement à travers les classes de fertilité	.....	48
Figure.6.8	: Taux de dépérissement à travers les classes de circonférence dominante du cèdre	.....	49
Figure.6.9	: Taux de dépérissement à travers la densité totale	.....	49
Figure.6.10	: Taux de dépérissement à travers les classes de volume total des peuplements de cèdre.	.....	50

Liste Des Tableaux

Tableau 1	: les principales caractéristiques du genre <i>Cedrus</i> : <i>atlantica</i> , <i>libani</i> , <i>brevifolia</i> et <i>deodara</i>.	.....	4
Tableau 4.1	: Distance entre les deux voyants de la mire de PARDE par rapport aux angles d'inclinaison pour des placettes circulaires de 10 ares.	.....	28
Tableau 5.1	: Classe de notation des dégâts des houppiers	.....	33
Tableau 5.2	: Caractéristiques dendrométriques des peuplements de cèdre inventoriés à travers les placettes d'étude.	.....	40
Tableau 6.1	: Résultats de l'ANOVA à un facteur au seuil de signification de 95% entre le taux de dépérissement et les microreliefs.	.....	42
Tableau 6.2	: Résultats de l'ANOVA à un facteur, au seuil de signification de 95%, entre le taux de dépérissement et l'altitude	.....	43
Tableau 6.3	: Résultats de l'ANOVA à un facteur au seuil de signification de 95% entre le taux de dépérissement et l'exposition	.....	44
Tableau 6.4	: Résultats de l'ANOVA à un facteur, au seuil de signification de 95%, entre le taux de dépérissement et la pente du terrain	.....	45
Tableau 6.5	: Résultats de l'ANOVA à un facteur au seuil de signification de 95% entre le taux de dépérissement et la surface terrière totale	.....	46
Tableau 6.6	: Résultats de l'ANOVA à un facteur au seuil de signification de 95% entre le taux de dépérissement et la hauteur dominante	.....	47
Tableau 6.7	: Résultats de l'ANOVA à un facteur au seuil de signification de 95% entre le taux de dépérissement et les classes de fertilité	.....	48
Tableau 6.8	: Résultats de l'ANOVA à un facteur au seuil de signification de 95% entre le taux de dépérissement et la circonférence dominante	.....	48
Tableau 6.9	: Résultats de l'ANOVA à un facteur au seuil de signification de 95% entre le taux de dépérissement et la densité totale	.....	50
Tableau 6.10	: Résultats de l'ANOVA à un facteur au seuil de signification de 95% entre le taux de dépérissement et le volume total des peuplements de cèdre.	.....	50

Plan du travail

Plan du travail

Résumé

Abstract

المخلص

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction..... 01

Chapitre 1

1. Généralité sur le cèdre de l'Atlas	3
1.1. Systématique.....	3
1.2. Répartition géographique du cèdre de l'Atlas	4
1.2.1. Aire naturelle	4
1.2.2. Aire d'introduction.....	5
1.3. Caractéristiques botaniques	6
1.4. Caractéristiques écologiques	7
1.4.1. Altitude	7
1.4.2. Exigences climatiques.....	8
1.4.3. Exigences édaphiques	8
1.5. Utilisation du cèdre.....	8
1.6. Régénération du cèdre de l'Atlas.....	9
1.7. Ennemis naturels du cèdre	10
1.7.1. Insectes.....	10
1.7.2. Champignon.....	10
1.7.3. Incendies	10

Chapitre 2

2. Présentation de la zone d'étude	11
2.1. Historique	11
2.2. Situation géographique	11
2.3. Situation juridique et limite administratives.....	12
2.4. Cadre physique	12
2.4.1. Relief.....	12
2.4.2. Géologie.....	12
2.4.3. Pédologie.....	13
2.4.4. Hydrologie	13
2.5. Données climatiques.....	13
2.5.1. Précipitations.....	14
2.5.2. Neige	15
2.5.3. Températures.....	15
2.5.4. Vent.....	15
2.5.5. Diagramme ombrothémique de BAGNOULS et GAUSSEN	15
2.5.6. Quotient pluviométrique d'Emberger	16
2.6. Richesse floristique.....	17
2.7. Richesse faunistique	18
2.8. Contraintes.....	18
2.8.1. Influence anthropique	18
2.8.2. Régénération	19
2.8.3. Dépérissement.....	19

Chapitre 3

3. Le dépérissement des forêts	20
3.1. Historique	20
3.2. Définition.....	20
3.3. Symptômes de dépérissement.....	20
3.4. Facteurs du dépérissement.....	21
3.4.1. Facteurs prédisposant.....	21
3.4.2. Facteurs déclenchant ou incitatifs	22
3.4.3. Facteurs aggravants.....	22
3.5. Types de dépérissements	23
3.6. Conséquences du dépérissement des forêts	23
3.7. Lutte contre le dépérissement	23
3.8. Le dépérissement du cèdre de l'Atlas en Algérie	24

Chapitre 4

4. Méthodologie d'étude	25
4.1. Installation des placettes	25
4.2. Type, forme et taille des placettes	26
4.3. Délimitation des placettes.....	27
4.4. Matériel utilisé.....	28
4.5. Récolte des données.....	29
4.5.1. Mesures dendrométriques	29
4.5.1.1. Mesure de la hauteur totale	29
4.5.1.2. Mesure de la circonférence à 1,30m.....	29
4.5.1.3. Mesure de la longueur de houppier et du fût.....	30
4.5.2. L'état de santé des tiges	30
4.5.3. Caractéristiques stationnelles	30
4.5.3.1. Altitude.....	30
4.5.3.2. Pente	30
4.5.3.3. Exposition.....	30
4.5.3.4. Microrelief.....	30
4.5.4. Fiche technique	31
4.6. Traitement des données et analyses statistiques	31
4.6.1. Analyse de la variance (ANOVA)	31

Chapitre 5

5. Structure des peuplements de cèdre	32
5.1. Caractéristiques descriptives des peuplements de cèdre	32
5.1.1. Forme des tiges	32
5.1.2. Maladie du feuillage.....	32
5.1.3. Etat sanitaire du houppier	33
5.1.4. Production des cônes.....	34
5.2. Caractéristiques dendrométriques des peuplements de cèdre.....	35
5.2.1. Circonférence moyenne à 1,30m	35
5.2.2. Circonférence dominante	35
5.2.3. Hauteur totale moyenne	36
5.2.4. Hauteur dominante	36
5.2.5. Longueurs du houppier et du fût	37
5.2.6. Surface terrière totale	38
5.2.7. Densité totale	39
5.2.8. Volume total.....	40
5.3. Synthèse des variables dendrométriques	40

Chapitre 6

6. Etude écodendrométrique du dépérissement du cèdre	41
6.1. Influence des facteurs stationnels sur le dépérissement du cèdre.....	41
6.1.1. Relation dépérissement -microrelief	41
6.1.2. Relation dépérissement - altitude.....	42
6.1.3. Relation dépérissement – exposition	43
6.1.4. Relation dépérissement – pente	44
6.2. Influence des variables dendrométriques sur le dépérissement du cèdre	45
6.2.1. Relation entre le taux de dépérissement et la surface terrière totale du cèdre	45
6.2.2. Relation entre le taux de dépérissement et la hauteur dominante	46
6.2.3. Relation entre le dépérissement et la fertilité stationnelle	47
6.2.4. Relation entre le taux de dépérissement et la circonférence dominante	48
6.2.5. Relation entre le taux de dépérissement et la densité totale des peuplements	49
6.2.6. Relation entre le taux de dépérissement et le volume total.....	50

CONCLUSION	51
-------------------------	----

Annexe

Références Bibliographiques

Introduction

INTRODUCTION

Le cèdre de l'Atlas : *Cedrus atlantica* (Endl) Manetti ex carrière, est l'une des essences forestières précieuses et majestueuses du paysage Nord-Africain. Il occupe une place primordiale dans la forêt méditerranéenne grâce à son intérêt bioécologique et socio-économique ainsi qu'à ses qualités.

En effet la faculté d'adaptation du cèdre de l'Atlas dans des conditions difficiles, sa résistance aux incendies, ses qualités forestières, ornementales et touristiques, confèrent à cette espèce une place de choix dans les projets de reconstitution, de création et de revalorisation des peuplements particulièrement en région méditerranéenne.

En Algérie, les peuplements du cèdre de l'Atlas sont localisés au centre et à l'Est, dans différentes situations bioclimatiques où ils forment de belles futaies.

Ils ont depuis longtemps suscité un grand intérêt scientifique, la nécessité de les protéger est apparue à la suite des années trente. Plusieurs cédraies de vaste étendue ont été classées en qualités de parcs nationaux, avec un statut de gestion scientifique (HADDAR, 2007).

Malgré cette protection qui est renforcée par les études et les travaux de recherches portant sur sa conservation et son extension, le cèdre reste exposé à plusieurs contraintes. En effet en plus du pâturage qui inhibe d'une manière accentuée toutes formes de régénération et les coupes illicites qui menacent continuellement les peuplements existants, le phénomène de dépérissement des arbres sur pied constitue également une contrainte majeure devant la pérennité des cédraies.

La cédraie de Theniet El Had, accusant un dépérissement depuis l'année 1984, reste encore soumise à ce grave fléau, plus de 3000 cèdres ont été signalés dépérir sans pour autant cerner la véritable cause à l'origine de ce déclin. Cette cédraie, longtemps admirée par sa beauté naturelle au point où **BOUDY (1950)** 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.

Les facteurs à l'origine de ce fléau restent non encore identifiés. Ce dépérissement se traduit par l'assèchement des tiges de cèdre qui restent localisées sous forme de petits foyers en bouquets de cinq à six arbres. D'éventuelles causes à l'origine de ce dépérissement restent

encore à confirmer pour pouvoir élucider davantage une meilleure gestion appropriée du cèdre.

C'est alors que l'étude consiste essentiellement à faire le point d'une part sur quelques facteurs écologiques (microreliefs, pente, exposition et altitude), et d'autre part sur les variable dendrométrique agissant sur ce phénomène.

De prime d'abord, les caractéristiques générales propres au cèdre de l'Atlas et une présentation identificatrice de la zone d'étude feront l'objet des deux premiers chapitres. Un troisième chapitre permettra d'asseoir les principales problématiques relatives au dépérissement des arbres forestiers. Sur la base de cette étude préliminaire, le protocole expérimental à envisager et les données à récolter feront l'objet du quatrième chapitre. En définitive, les données récoltées feront l'objet d'analyse et d'interprétations exhaustives à travers le cinquième et sixième chapitre.

Par le biais de cette étude, on envisage de mieux pouvoir asseoir davantage une banque de données fiables au chercheur et de permettre au service forestier des approches objectives en vue de décisions pratiques appropriées.

CHAPITRE 01

GENERALITES SUR LE CEDRE DE L'ATLAS CEDRUS ATLANTICA M.

1. Systématique

Le genre *Cedrus* fait partie des pinacées de la sous famille des Abiteae localisé aux montagnes circumméditerranéennes et himalayennes.

Il appartient à la systématique suivante :

Règne : Plantae
Embranchement : Spermatophytes
Sous-embranchement : Gymnospermes
Classe : Vectrices
Ordre : coniférales= Abietales
Famille : Pinaceae= Abietacées
Genre : *Cedrus*

C'est le genre le plus ancien après *Pinus* (GAUSSEN in SBABDJI, 1997). Son existence au tertiaire est certaine, il occupait de vastes zones, où il a complètement disparu (BOUDY, 1950) les Abiétées ont laissé des vestiges reconnaissables dès le Jurassique dans les contrées boréales, ensuite ils sont descendus progressivement vers nos régions pendant le Crétacé. (MONET in KHANFOUCI, 2005).

La valeur taxonomique de ce genre a été longtemps controversée. Intégrés d'abord dans une seule espèce (*Cedrus libanotica*), les cèdres ont évolué vers une distinction en quatre espèces répondant à des critères biogéographiques (M'HIRIT et BENZYANE.2006) :

- **Le cèdre de l'Atlas** ou *Cedrus atlantica* Manetti : Elle est endémique des montagnes Nord Africaines (Algérie, Maroc).
- **Le cèdre du Liban** ou *Cedrus libani* Barrel : Elle est présente en Asie mineure, au Liban et en Turquie.
- **Le cèdre de Chypre** ou *Cedrus brevifolia* Henry : il est plus confiné. En effet, elle ne couvre que quelques dizaines d'hectares dans l'île de Chypre.
- **Le cèdre de l'Himalaya** ou *Cedrus deodara* G. Don : Elle est la plus répandue des espèces, elle peuple une partie de l'Inde, de l'Afghanistan et du Népal.

Les caractères distinctifs de ces 4 espèces sont reportés dans **le tableau 1.1.**

Tableau 1.1 : les principales caractéristiques du genre *Cedrus* : *atlantica*, *libani*, *brevifolia* et *deodora*.

Espèces	Rameaux et Port	Aiguilles	Cône
<i>Cedrus atlantica</i>	Rameaux dressée, jeunes densément pubescents. port conique puis tabulaire	de 8-19 mm de long, rigides, glauques, à apex aigu	de 5 à 8 cm de long, cylindriques, à sommet aplati
<i>Cedrus libani</i>	Rameaux jeunes glabres ou glabrescent. port tabulaire	de 15-25 mm, rigides, vert foncé, à apex aigu	de 5-8 cm de long globuleux ; écailles à bord réfléchi
<i>Cedrus brevifolia</i>	Rameaux dressées, arbre de taille moyenne (15 à 20 m de hauteur), à port conique puis tabulaire	longues de 0,8-1,5 cm larges de 1,5-2 mm, épaisses, rigides, à apex corné, vert foncé ;	Petits, de moins de 7 cm de long, légèrement échancrés
<i>Cedrus deodora</i>	flèche et rameaux longs apicaux pendants, port conique, très pleureur	de 2,5-5 cm de long, souples, vert jaunâtre	grands (9-15 cm), non ombiliqués au sommet, à écailles glabres extérieurement

2. Répartition géographique du cèdre de l'Atlas

2.1. Aire naturelle

Cedrus atlantica occupe les hautes montagnes de l'Afrique du Nord (Algérie et Maroc) (BOUDY, 1950), au Maroc se trouve les plus grandes superficies, celles de l'Algérie sont éparpillées et beaucoup plus petites.

Dans cette aire naturelle, on distingue deux ensembles d'écologie différente (GAUSSEN in SBABDJI, 1997) :

- L'ensemble méridional adapté à une forte sécheresse (climat semi-aride).
- L'ensemble septentrional adapté à l'humidité (climat humide et subhumide).

Au Maroc, le cèdre de l'Atlas occupe une superficie de l'ordre de 130 000 ha répartie en deux blocs d'inégale importance, le premier dans le moyen Atlas et le grand Atlas orientale avec 116 000 ha, le second dans le Rif occidentale et centrale avec 15 000 ha. (M'HIRIT et BENZYANE, 2006).

En Algérie, le cèdre de l'Atlas couvre environ 29000 ha répartie en 3 blocs (BOUDY, 1950) (**Figure.1.1**):

Le premier bloc regroupe les cédraies de l'Atlas tellien de sublittoral des Babbors (1.300 ha) et de Djurdjura avec (2.000 ha), le deuxième bloc renferme de Ouarsenis (100 ha), Theniet El

Had occupe 1000 ha et Chréa 1.000ha (Boudy ,1950). Ces deux blocs constituent les cédraies humides.

Le troisième bloc forme les cédraies sèches de l'Atlas saharien constitué de plus important massif de cèdres d'Algérie, celui de Belezma et de l'Aurès couvrant 17.000ha, Ainsi que dans les monts du Hodna (8.000 ha).

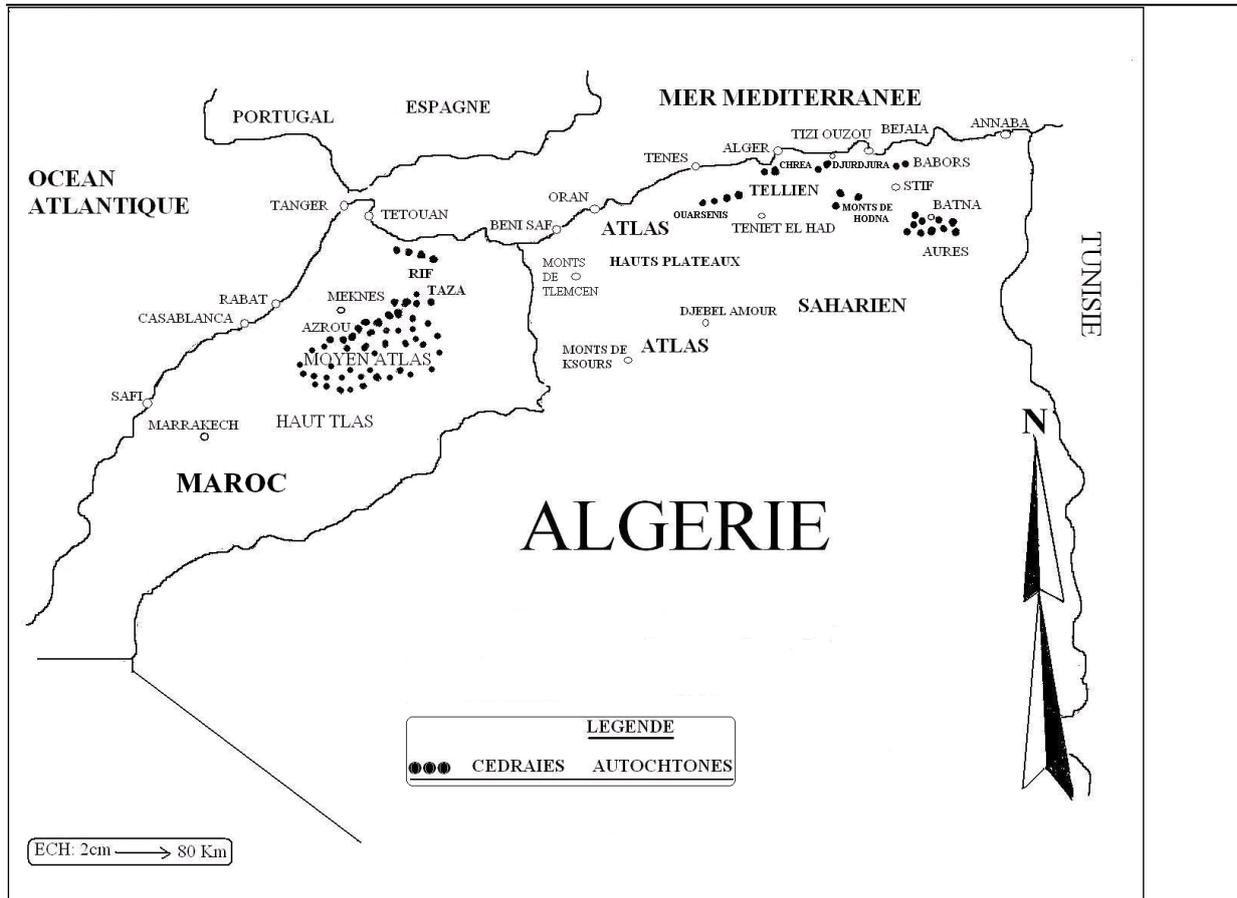


Fig.1.1. :Répartition géographique du cèdre de l'Atlas en Algérie et Marco(NEDJAH, 1988 in MEZIANE, 2008).

2.2. Aire d'introduction

Le cèdre de l'Atlas se rencontre aussi dans d'autres pays ou il a été implanté par l'homme au cours des derniers siècles, ces possibilités d'acclimatation en dehors de son aire naturelle ont permis aux forestiers d'avoir de très beaux peuplements, il est introduit d'abords dans les jardins et les parcs comme un arbre d'ornement puis comme une espèce de reboisement , il est introduit en France depuis plus d'un siècle (en 1862) , il couvre dans ce pays une superficie de 10 000 ha (TOTH, 2005).

En Italie son introduction remonte au 19^{ème} siècle, il couvre environ 1000 ha en 1965 (TOTH, 1982)

TOTH (1982), M'HIRIT et BENZYANE (2006) signalent également son introduction aux U.S.A, en Belgique, au Portugal, en Yougoslavie et en Allemagne.

3. Caractéristiques botaniques

Le cèdre de l'Atlas espèce monoïque, est un arbre magnifique pouvant atteindre 40 m de hauteur et une moyenne de 2 à 3 m de circonférence, très longévifs, des spécimens presque millénaires sont renseignés au Maroc (M'HIRIT et BENZYANE, 2006).

Il possède un système racinaire extrêmement puissant, développé, pivotant et fixe bien l'arbre au sol. Les racines obliques sont très fortes et prospectent les sols profonds et humides.

Le port : Fut droit, cime régulière et pointue à flèche courbée quand l'arbre est jeune, et d'âge moyen, irrégulière et tabulaire en vieillissent. (**Figure.1.2**)

Ecorce : Lisse avec une couleur jaune brun à l'état jeune, devient grisâtre et fortement crevassé à l'état adulte (HADDAR, 2007).

Rameaux : Ils sont de deux sortes :

- * Des rameaux longs, gris jaunâtre et pubescent.
- * Des rameaux courts, redressé et terminés par un bouquet de feuillages nombreux et serrés (BATEL.1990).

Bourgeons : Petits, globuleux, gris brun, jaunâtre.

Feuilles : Sont groupées au sommet de court rameau, en petits bouquets de 30 à 40 aiguilles (**Figure.1.3**), celles-ci ont de 1 à 2 cm de long et vivent généralement 3 ans (BOUDY, 1950).

Fleurs : Elles sont groupées en inflorescence de type chaton :

- * **Le chaton male (fleur male)** : De forme ovoïde qui apparaît généralement à mi-juin et achève sa maturité vers mi-juillet.
- * **Le chaton femelle (inflorescence femelle)** : De forme ovoïde également, il apparaît trois mois après le chaton male de couleur vert bleuâtre, il est plus petit que le chaton male.

La fructification est précoce (15 à 20 ans) dans les conditions propices et tardives (débutent après 20 ans environ) dans les conditions plutôt difficiles (TOTH, 1978).

Le cèdre est la seule pinacée dont les fleurs naissent en automne et le fruit n'arrive à maturité qu'à l'automne de la troisième année.

Le fruit : Longueur dressées, grosses (5 à 8 cm de longueur), déprimés au sommet, lisses, écailles minces, coriaces, très serrées, vert puis brun violacé, se désarticulent par l'humidité et les axes demeurent sur les branches (JACAMON, 2001).

Chaque écaille libère deux graines à ailes membraneuses qui facilitent la dispersion. La fructification de cèdre commence à 30 à 40 ans et devient plus abondante à 60 ans.

Les graines : Sont triangulaires, grosses (10 à 15 mm) très résineuses, ailes larges.



Fig.1.2 : port du cèdre de l'Atlas



Fig.1.3 : Cône et aiguille du cèdre

4. Caractéristiques écologiques

4.1 Altitude

Dans son aire naturelle, le cèdre de l'Atlas se rencontre sous forme de peuplements purs en haute altitude (avec comme limites inférieures au dessous de 1400m pour les cédraies septentrionales, et à partir de 1000m à 1100m pour les cédraies méridionales) (SBABDJI, 1997).

Selon BOUDY (1950) en Algérie sur le versant Nord de l'Atlas tellien le cèdre commence à apparaître vers 1300 à 1400m, mais on peut le rencontrer au dessous de cette limite au niveau des zones très favorables tel que l'Atlas Blidéen. Au niveau des Aurès, il commence de 1400 à 1500m, pour monter jusqu'à 2200 m, dans l'Ouarsenis, les limites inférieurs à 1200, 1500 m pour Theniet El Had et 1000 m au Sraa Sidi Abdelkader (HADJI, 1998).

Tandis qu'au Maroc la limite inférieure sont à 1500- 600 m, pour atteindre comme limite supérieure des altitudes de l'ordre de 2600 jusqu'à 2800 m (BOUDY, 1950).

En dehors de son aire naturelle, des cédraies artificielles installés en France, au niveau des stations du Mont Ventoux, Saumon et Ménerbes se comportent idéalement à des altitudes de 300 à 800 m (BARITEAU et FERRANDES, 1992 ; SABATIER et al, 2003).

4.2. Exigences climatiques

Le cèdre de l'Atlas pourrait être considéré comme une essence de climat de transition entre les climats froids et humides et les climats chauds et sec (AUSSENAC in HALITIM, 2006).

Selon M'HIRIT (1982) son optimum correspond à l'étage méditerranéen, son aire est associée au climat méditerranéen. (HALITIM, 2006), il exige une tranche pluviométrique de 800 à 1200 mm (EMBERGER in HADDAR, 2007).

Le cèdre résiste aux basses températures, il peut résister à des températures de -25 °C, c'est une essence relativement sciaphile qui peut vivre entre - 20 °C et 39 °C, comme il peut supporter facilement la neige grâce à sa ramure étalée et flexible.

4.3. Exigences édaphiques

Le cèdre de l'Atlas se montre indifférent à la composition chimique du sol et s'accommode de tous, qu'il soit siliceux ou calcaire, en effet la constitution physique qui joue le rôle prépondérant. (BOUDY, 1950).

D'une manière générale le cèdre préfère les sols meubles, caillouteux, profonds et perméables, permettant au système racinaire des plantules de croître facilement et d'atteindre ainsi les horizons protégés de la dessiccation estivale (HADJI.1998), cependant il craint les sols compacts argileux et hydromorphes.

En Algérie, une grande part des cédraies se concentre sur des roches mères siliceuses, et bien en moindre proportion sur roche calcaire (BOUDY, 1950), la cédraie de Theniet El Had est sur grès madjaniens de l'éocène inférieure.

5. Utilisation du cèdre

Le cèdre de l'Atlas est un arbre de grande valeur esthétique, il est utilisé comme arbre d'ornement puis comme arbre de reboisement d'où il forme de jolie forêt dans plusieurs pays méditerranéens.

Son bois a un cœur de couleur jaune rosâtre claire et un aubier plus clair très différencié. Il a des cernes très distincts, très homogènes, très odorants même après la dessiccation, son odeur reste forte durant de longues années. (GHIAR, 1994), sa densité à l'état de dessiccation à l'aire libre varie de 0.606 à 0.808 (BOUDY, 1950).

Il est facile au sciage et au séchage, utilisé en ébénisterie, en menuiserie extérieure et intérieure, il est apte au déroulage et au tranchage si le bois est fraîchement abattu, par contre le bois de faible diamètre peut être utilisé en pâte à papier en mélange avec le pin (TOTH, 2005).

Le cèdre fournit des produits très utiles tels que le bois, le charbon, le goudron, la résine et le tanin.

En Algérie et au Maroc on extrait du bois de cèdre un goudron noir meilleur que celui de thuya et du genévrier, il est utilisé en pharmacie traditionnelle et en aromathérapie, on emploie son essence pour traiter les affections des voies respiratoires, surtout pour calmer les toux (TOTH, 2005).

6. Régénération du cèdre de l'Atlas

Le cèdre commence à fructifier à l'âge de 30 ans. Les graines arrivent à maturité tous les trois ans.

L'humidité, le gel et le dégel sont nécessaires à la désarticulation des cônes (THOTH, 2005). La dissémination des graines est assurée par le vent.

Selon BOUDY (1952) la régénération du cèdre dépend d'un certains nombres de conditions :

➤ Une humidité et par suite une tranche pluviométrique minimale de l'ordre de 700 à 800mm. Cette humidité doit en outre se manifester par des pluies d'été.

➤ L'interdiction absolue de parcours durant une longue période dans la zone à régénéré. Cette protection l'égal doit d'ailleurs d'être renforcée par la protection mécanique d'un sous bois de chêne vert.

➤ Un substratum tant géologique que pédologique apte par sa texture physique à faciliter le développement des jeunes semis pendant les premières années. Il a besoin d'un sol meuble et suffisamment profond.

Au niveau de Parc nationale de Theniet El Had, la régénération naturelle du cèdre est déficiente, difficile, voir impossible car les conditions du milieu sont défavorables à la

fructification, à la conservation, à la germination des graines et à la survie des jeunes plants. (HADJI, 1998).

7. Ennemis naturels du cèdre

7.1. Insectes

Le cèdre de l'Atlas comme chaque ligneux, possède ces insectes spécifiques dont certains lui sont strictement liées, d'autres proviennent d'arbres ou végétaux existant dans son milieu (M'HIRIT et BENZEYANE, 2006).

Parmi les insectes rencontrés sur le cèdre, on note deux espèces défoliatrices qui se nourrissent sur les aiguilles de l'arbre:

Chenille processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*): attaque le pin et le cèdre.

Chenille processionnaire du cèdre (*T. bonjeani*): spécifique au cèdre, *T. bonjeani* a été découvert au niveau de la cédraie des Aurès durant les années 80 par Demolin (SBABDJI, 1997).

Il y'a aussi d'autres espèces qui se nourrissent sur le bois, l'écorce et les grains du cèdre.

7.2. Champignon

Les attaques des champignons sont souvent redoutable, on observe principalement (PARDE, 1981, in BATEL, 1990) :

***Trametes pini*:** attaque les zones du bois initial et cause une pourriture rouge appelé "M'jeje"

***Polyporus officinalis*:** cause une pourriture brune, dont le bois attaqué est dit "Saboune".

***Fomes annosus*:** cause des nécroses aux racines, jusqu'au collet pour les jeunes semis, jusqu'à conduire au dépérissement (TOTH, 2005).

7.3. Incendies

Les incendies sont assez rares dans la cédraie. Cette absence de feu de forêt est due principalement à l'absence de sous bois et à la mauvaise inflammabilité de son bois.

CHAPITRE 02

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

2. Présentation de la zone d'étude

2.1. Historique

Entre 1843 et 1885 la forêt domaniale de Theniet El Had avait connu des exploitations considérables par le service forestier, ce qui conduisait à sa dégradation progressive (ANONYME 1, 1894). Face à ce problème, le 03 Août 1923 le parc national des cèdres a été créé par arrêté gouvernemental sur une superficie de 1563 ha de la forêt domaniale des cèdres qui couvre une superficie totale de 3616 ha (ANONYME 2, 1930).

BOUDY (1950) indique dans ce contexte que la cédraie avec ses nombreux sites artistiques a été érigée en parc national où toute exploitation est interdite et elle est devenue l'objet de soin particulier de la part du service forestier. D'après SARI (1977), pendant la guerre de libération, certains cantons inaccessibles aux Forces coloniales sont déclarés comme zone interdites et soumises assez régulièrement à des durs bombardements le plus souvent au NAPALM. Après l'indépendance, à l'aide d'une étude Bulgare qui a été menée en 1983 le gouvernement Algérien décide la sauvegarde de cette cédraie et la reprocrame Parc national le 23 Juillet 1983 par décret présidentiel N° 83-459, sur une superficie de 3.424 ha.

2.2. Situation géographique

Le parc national des cèdres est localisé dans la Wilaya de Tissemsilt, il est situé à 185km au Sud-Ouest de la capitale Alger, à 52 Km du chef-lieu de la wilaya, et à 1,8 km au Sud-Ouest de la ville de Theniet El Had, il forme la liaison entre le massif de l'Ouarsenis et les hautes plaines du Sersou, il est représenté par un ensemble de sites naturels d'un grand intérêt, par les richesses de sa flore, de sa faune, sa géomorphologie et son réseau hydrographique. Sa superficie totale est de 3 424 hectares dont 2 968 sont recouverts de végétation.

Le point culminant du parc est le point géodésique «Ras el Braret», qui atteint une altitude de 1.787m.

Le parc national est situé entre les coordonnées géographiques:

35°54'4" et 35°49'41" de latitude Nord;

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

Le parc national de Theniet El Had est divisé en dix (10) cantons, dont la grande partie de superficie se trouve au niveau du versant Sud sur une étendue de 2052 ha, il apparaît que le canton Fersiouane constitué essentiellement de chênaies et de quelques sujets de pistachier d'Atlas, représente la plus grande surface (637 ha) (ANONYME 3, 2006).

2.3. Situation juridique et limite administratives

Notre zone d'étude fait partie de la forêt domaniale d'El Meddad, qui appartient administrativement à la commune de Theniet El Had, Daïra de Theniet El-Had et la Wilaya de Tissemsilt.

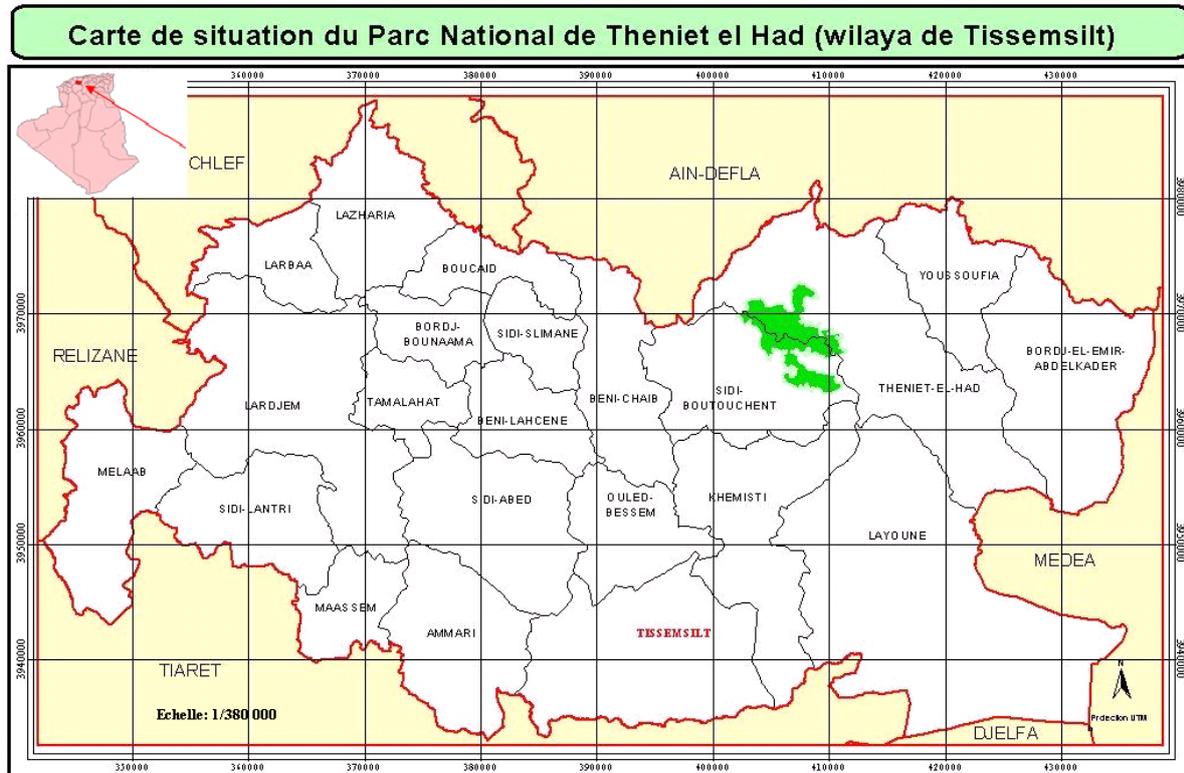


Fig.2.1: La situation du parc national dans la wilaya de Tissemsilt

(source: ANONYME 3, 2006).

2.4 Cadre physique

2.4.1. Relief

Le territoire du parc national est situé dans le massif montagneux de djebel el Meddad englobant trois ramifications principales (Nord, Sud et Ouest). (BATEL, 1990).

Le relief est caractérisé par la présence de deux versants principaux, un versant Nord très abrupt avec des pentes fortes et un versant Sud où le relief est moins accidenté (HADJI, 1998).

Le point culminant «Ras el Braret» atteint une altitude de 1.787m.

2.4.2. Géologie

La structure géologique de cette zone est à base de sédiments oligocène présentant un faciès numidien constitué de grés à couches épaisses, se couchant sur des flyschs argileux ou argileux marneux.

Par contre la partie Ouest, se localise sur les sédiments du moyen éocène développé en mono faciès et dans les limites du parc, des accumulations quaternaires sont très répandues.

2.4.3. Pédologie

Au niveau de la zone d'étude, on rencontre trois types de sols qui sont suivants:

a. Sol d'apport colluvial

Ce sont des sols peu évolués. Ils se localisent sur les terrains à faibles pentes et se caractérisent par une hétérogénéité de structure et texture résultant des phases successives de colluvionnement.

b. Les 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.

c. Les sols brunifiés lessivés

Ce sont des sols de profil pédologique complet de types ABC, d'un horizon de texture B qui contient de l'argile lessivée. L'horizon A est de type mull ou moder, ils sont riches en potassium, en azote et en matière organique dans l'horizon superficiel (BATEL, 1990)

2.4.4. Hydrologie

Le parc est traversé par deux oueds à régime d'écoulement saisonnier à la périphérie du parc national, il s'agit de :

- Oued El Mouilha au Nord-est du parc ;
- Oued El Ghoul au Sud du parc.

Plusieurs sources sont signalées dans différentes localités du parc dont certaines sont captées et utilisées pour les besoins des riverains, on cite : Ain Harhar ; Djedj El Maa, Toursout, Ourten et Ain Touila.

Notons aussi la présence d'une retenue collinaire dans le canton de Sidi Abdoun utilisées pour l'irrigation des cultures.

2.5. Données climatiques

Faute de station climatique près du parc national, et vu l'absence de données climatiques complètes pour la zone d'étude, les données climatiques enregistrées par SELTZER (1946) dans la ville de Theniet El Had durant la période **1913-1938** ont été utilisées pour établir la synthèse climatique. Quoique ancienne, ce sont les seules données complètes pouvant servir. Néanmoins, pour les précipitations, l'étude de SARMOUM (2008) s'avère être d'une utilité intéressante du fait qu'elle renferme des données récentes s'étalant sur la période **1966-2004**.

2.5.1. Précipitations

Les valeurs de précipitations annuelles, d'une grande variabilité, présentent une tendance régressive à travers les années (Figure.2.2). SARMOUM (2008) révèle que comparativement aux précipitations enregistrées par SELTZER (1946) au courant de la période 1913-1938, soit de 628mm/an, on n'y enregistre que 485 mm/an au courant de la période 1966-2004. Soit une diminution de précipitation évaluée à 23%.

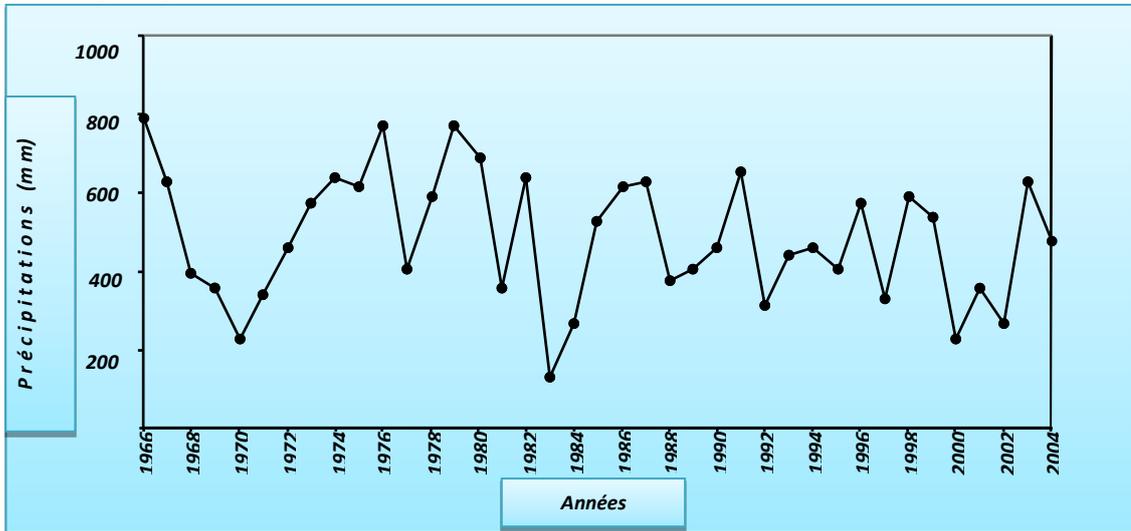


Fig.2.2 : Variation des précipitations annuelles « Station de Theniet el had » (SARMOUM, 2008)

A travers la figure 2.2, on remarque que l'année 1983 est celle durant laquelle les précipitations moyennes annuelles n'ont guère dépassé 200mm.

SARMOUM (2008) a pu tracer trois courbes de précipitations mensuelles relatives à trois périodes distinctes : 1913-1938, 1966-2004 et 1980-2004. La figure 2.3 permet de mieux visualiser l'allure de ces trois courbes de précipitations mensuelles.

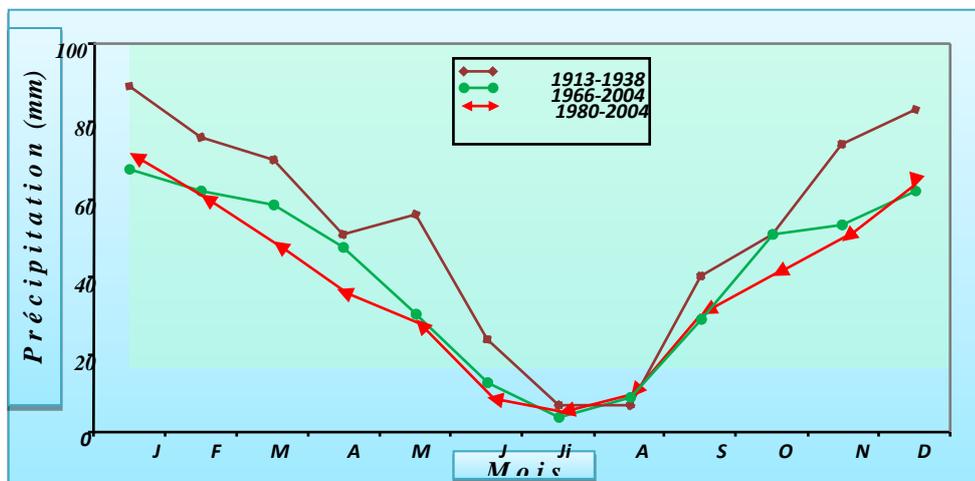


Fig.2.3: Variation des précipitations mensuelles « Station de Theniet el had » (SARMOUM, 2008)

2.5.2. Neige

SELTZER (1946) a enregistré un nombre moyen annuel de jours de neige de l'ordre de **22** jours. Or, ce nombre est loin d'être atteint de nos jours.

2.5.3. Températures

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**.

2.5.4 Vent

Le vent est un facteur déterminant aussi bien pour la dissémination des graines, la pollinisation que pour la stabilité et la qualité du bois des arbres.

Selon SELTZER (1946), les vents dominant sont ceux du Nord-Ouest (NW), et Nord (N), avec une fréquence moyenne de 27 à 17 jours par an. Le siroco est un vent sec et chaud, souffle essentiellement pendant la période estivale.

2.5.5 Diagramme ombrothèrmique de BAGNOULS et GAUSSEN

Selon ces deux auteurs, un mois est considéré comme sec lorsque le total des précipitations mensuelles est inférieur ou égal au double de la température moyenne mensuel de ce même mois.

Soit: $P \leq 2T$

P : précipitations mensuelles (mm) ;

T : températures moyennes mensuelles (°C).

En référence à l'extrapolation des données climatiques de la période **1913-1938**, la période sèche dure **Cinq mois**, soit de la fin du mois de mai jusqu'au début du mois d'octobre de l'année. La **figure 2.4** 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.

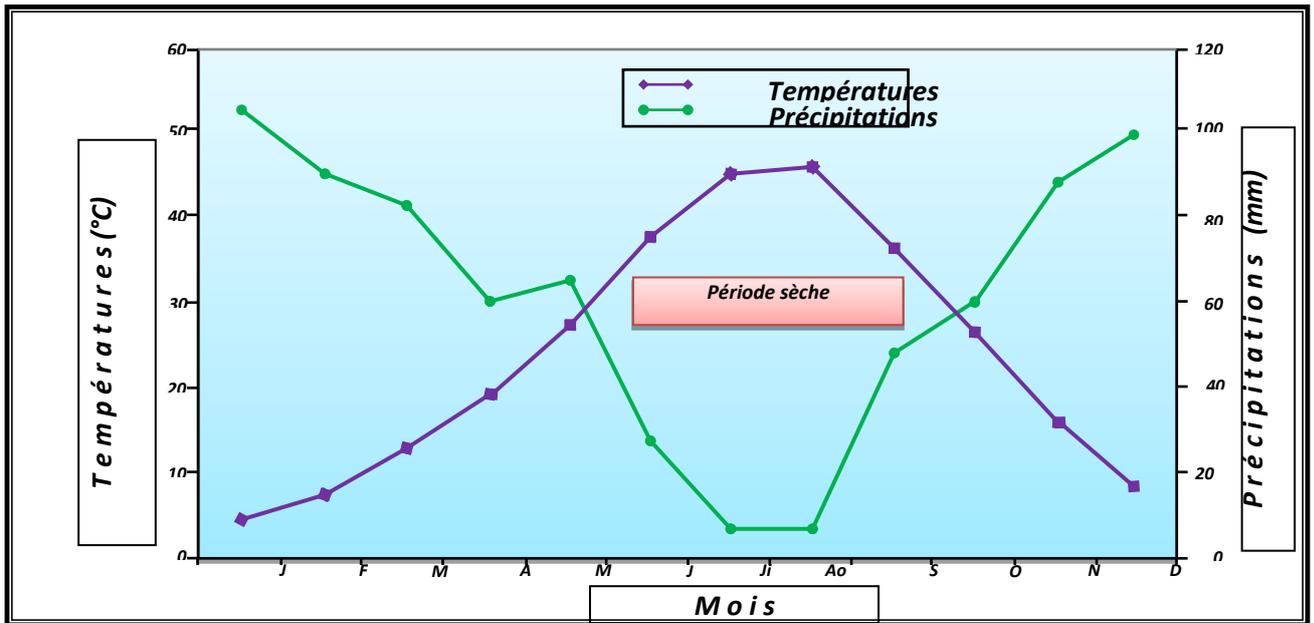


Fig.2.4 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен relatif à la zone d'étude

2.5.6. Quotient pluviométrique d'Emberger

Le climagramme d'EMBERGER (1955) permet de déterminer l'étage bioclimatique auquel est soumise une station donnée, par l'utilisation de trois facteurs fondamentaux :

- Les précipitations annuelles P (mm).
- La température maximale du mois le plus chaud « M » en (kelvin).
- La température minimale du mois le plus froid « m » en (kelvin).

$$Q = 2000P / (M^2 - m^2)$$

Selon la formule suivante (Formule de STEWART)

$$Q_2 = 3,43 (P/M - m)$$

Pour notre zone d'étude, la valeur de ce quotient est de 82.72, Cette valeur rapportée sur le climagramme montre que le parc se situe dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver froid (Fig.2.5).

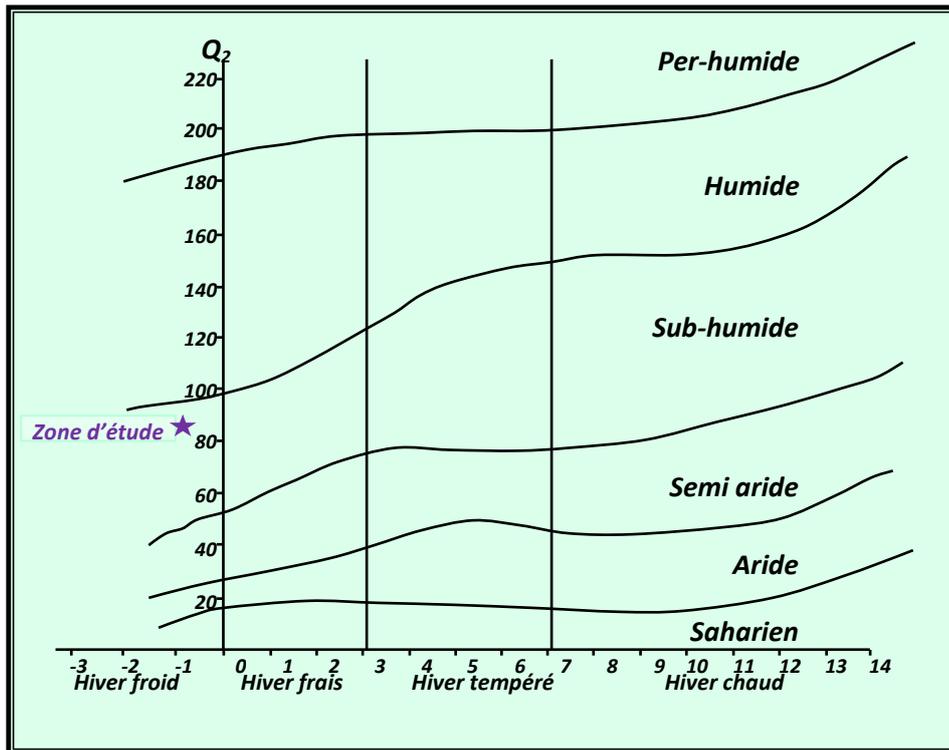


Fig.2.5 : Climagramme d'Emberger

2.6. Richesse floristique

Au parc national de Theniet El Had, la strate arborée est représentée principalement par le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*), le chêne zéen (*Quercus canariensis*), le chêne vert (*Quercus ilex*) et le chêne liège (*Quercus suber*). Nous y rencontrons, avec une moindre importance, le genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*), le pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica*), l'érable de Montpellier (*Acer monspessulanum*), le frêne commun (*Fraxinus angustifolia*), l'orme champêtre (*Ulmus campestris*) et le merisier (*Prunus avium*).

On rencontre dans cette aire protégée des espèces endémiques, avec une représentativité de 10% du nombre national. *Silene glaberrima*, *Spergularia cnorrhiza*, *Brassica spinescens*, *Iberis peyerim hoffii* ont quelques-unes parmi elles. Des espèces d'orchidées très rares comme l'orchis bouffon, l'orchis guêpe, l'orchis à punaise, l'orchis d'Italie et l'orchis singe y sont signalées. À côté de l'agaric champêtre, très recherché par les amateurs de champignons, nous y rencontrons aussi la chanterelle en entonnoir, le bolet amer, le polypore soufré, la trémelle gélatineuse, l'amanite fauve, le clitocybe à pied en massue, la lépiote pudique et la pezize étoilée.

2.7. Richesse faunistique

Au Parc national de Theniet El Had, 17 espèces de mammifères ont été recensés dont neuf espèces protégées par décret n°83.509 du 20 août 1983 et par arrêté du 17 janvier 1995. Il s'agit principalement du : lynx caracal, chat sauvage, de la genette, de la mangouste, de la belette et du porc-épic.

Un nombre de 95 espèces d'oiseaux est recensé, dont 16 rapaces. Parmi elles, il y a lieu de citer : l'aigle royal (*Aquila chrysaetos*), l'aigle de Bonelli (*Hieraaetus fasciatus*), le vautour percnoptère (*Neophron pecnopterus*), la buse féroce (*Buteo buteo*), le faucon lanier (*Falco biarmicus*), le guêpier d'Europe (*Meropsapiaster*), le verdier (*Carduelis chloris*), le pic vert (*Picus viridis*), le rolleur d'Europe et l'engoulevent.

L'entomofaune inventoriée compte 80 espèces d'insectes parmi eux on cite : la coccinelle, la courtilière, la cétoine dorée, la mante religieuse, le graphosome, la punaise à bouclier, le pyrrhocore, le cérambyx, le lampyre, le machaon, le charançon, ...

On note aussi la présence d'un nombre important de reptiles dont les principaux sont : La couleuvre de Montpellier, la couleuvre à sabot, la couleuvre vipérine, l'agame de Biberon, la tortue grecque, le gecko des roches, le caméléon commun, le lézard ocellé et l'amphisbène. Parmi les amphibiens, on y rencontre le triton, le crapaud, la grenouille verte et la rainette verte.

2.8. Contraintes

2.8.1. Influence anthropique

L'action humaine se manifeste à travers les coupes outrancières et illicites opérée principalement sur des sujets au stade perchis d'une part et d'autre part par le pâturage. Les zones les plus touchées sont celles de la périphérie en raison de leur proximité des périmètres habités par les riverains. Toutefois aucune zone du parc n'est totalement épargnée. Ce facteur pèse lourd sur le milieu naturel et occasionne des dégâts considérables et beaucoup plus graves que ceux engendrés par les éléments intrinsèques du milieu.

L'administration forestière du parc a enregistré durant la période **2001-2005** un nombre de **380** tiges ayant fait l'objet de coupes illicites.

Les incendies, quoique rares, y sont recensés durant la période **1995-2004** sur une superficie d'environ **100 ha**. Notons qu'ils ne sont guère signalés dans les peuplements de cèdre.

2.8.2. Régénération

Selon ABDELHAMID (1999) cette cédraie est caractérisée par une très faible régénération naturelle. Le stress hydrique et le surpâturage 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

La survie des jeunes plantules lors de la période estivale demeure insignifiante suite au faible développement du système racinaire (EZZAHIRI et al, 1994).

2.8.3. Dépérissement

En 1848 , le service des forêts a Signalé pour la première fois que des centaines de tiges de cèdre sont affectées par le dépérissement dans la cédraie de Theniet El Had, l'administration procéda à l'assainissement de la forêt des cèdres dépéris en 1862, puis de 1867 à 1870 où des surfaces considérables ont été nettoyées en faisant appel à la main d'œuvre militaire (LEFEBVRE, 1894 in ZEDEK, 1993). Le service forestier assista à une reconstitution de la forêt par la présence d'une régénération abondante (LEFEBVRE, 1894 in ZEDEK, 1993). Encore une fois, lors de l'année 1984, le service forestier signala la présence de cèdres dépéris. Il dénombra au courant du mois de *Novembre 1984*, trois mille (3000) arbres morts sur pieds. Face à cette situation il procéda aux opérations d'assainissement, par des coupes de cèdres dépéris dès l'année 1990.

Fig.2.6 : Tache de dépérissement de cèdres au niveau du parc national de Theniet El Had (ZMIRLI, 2006).



CHAPITRE 03

DEPERISSEMENT DES ARBRES FORESTIERS

3. Le dépérissement des forêts

3.1. Historique

Le dépérissement des forêts est un phénomène complexe qui a commencé de prendre de l'ampleur vers la fin des années 1970, en Amérique du Nord (FORD et BROOKS, 2002 in SARMOUM, 2008), puis dans l'Europe centrale et occidentale (Bonneau et Landman, 1988) et enfin l'Afrique du Nord vers le début des années 80 (ZINE EL ABIDINE, 2003). Toutefois, des écrits rapportent que ce phénomène remonte à des dates plus anciennes (BOUDY, 1950, LANDMAN, 1994, GAGNON et ROY, 1994). Le dépérissement affecte aussi bien des espèces résineuses (BECKER, 1987 ; LANDMAN ET BONNEAU, 1994), que des caducifoliés (LEVY et al., 1994 ; GAGNON et ROY, 1994).

3.2. Définition

La définition la plus couramment retenue dans la littérature pour le dépérissement est celle de MANION (1981) in LANDMAN (1994) « le dépérissement est un phénomène résultant d'un ensemble de facteurs interagissant et se succédant d'une façon particulière, et qui cause une détérioration générale (portant essentiellement sur l'aspect de croissance) et graduelle, se terminant souvent par la mort de l'arbre ».

RIOU-NIVERT (2005) identifie le dépérissement comme étant un phénomène complexe évolutif résultant d'une détérioration générale et graduelle des différents types de tissus. Originaire de l'interaction des stress biotique et abiotique à travers des facteurs prédisposant, déclenchant et aggravant.

3.3. Symptômes de dépérissement

Les symptômes de dépérissement les plus souvent cités sont (LANDMANN, 1994):

• au niveau de la cime :

- modification de la structure du houppier : défauts de ramification. croissance faible des rameaux d'où, chez les feuillus, apparence de feuilles disposées en rosettes ;
- microphyllie (feuilles ou aiguilles de petite taille) ;
- pertes d'aiguilles anciennes chez les résineux et pertes de rameaux, surtout chez certains feuillus (d'où aggravation possible par des champignons parasites facultatifs) ;
- mort de portions de la couronne, conférant aux cimes une allure irrégulière
- descente de cime par développement de bourgeons dormants ;
- jaunissements automnaux précoces ou liés à des carences minérales ;

- **au niveau racinaire :**
 - dégénérescence fréquente des racines fines et mycorhizes ;
 - baisse des réserves d'amidon ;
- **en ce qui concerne la croissance :**
 - réduction de la croissance de quelques années à plusieurs décennies avant l'apparition des symptômes visibles ;
- **en ce qui concerne leurs caractéristiques spatio-temporelles :**
 - dispersion au hasard (localement) des individus dépérissant (par opposition à l'action de certains pathogènes, dont l'action s'exerce de proche en proche) ;
 - persistance et aggravation des symptômes durant plusieurs années.

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.

3.4. Facteurs du dépérissement

Les dégâts de dépérissements peuvent être causés par des facteurs biotiques et abiotiques ou une combinaison des deux créant la mortalité ou des pertes économiques sévères des arbres (LIEUTIER et al, 1994 ; REQUARDT et al, 2007).

Selon RIOU-NIVERT (2005), Le dépérissement du cèdre est le résultat conjugué par trois facteurs, qui sont : facteurs **prédisposant**, facteurs **déclenchant** et facteurs **aggravant**.

3.4.1. Facteurs prédisposant

Il s'agit de phénomènes statiques tels que: la pollution de sol ou de l'air, le changement climatique, le terrain et sa capacité de rétention d'eau, l'état du sol, le potentiel génétique et la sénescence de l'arbre.

3.4.2. Facteurs déclenchant ou incitatifs

Ces facteurs, d'origines abiotique (déficit hydrique, gel tardif, sécheresse,...) et biotique (insectes défoliateurs et agents cryptogamiques primaires), provoquent l'affaiblissement sensible de l'arbre déjà stressé.

3.4.3. Facteurs aggravants

Des agents comme les insectes sous corticaux (Scolytes, Pissodes, ...) et l'armillaire attaquent le bois affaibli l'arbre ou le jeune plant passe par plusieurs stades physiologiques successifs soit d'une maladie, à un affaiblissement, et à un dépérissement qui conduit à la mort.

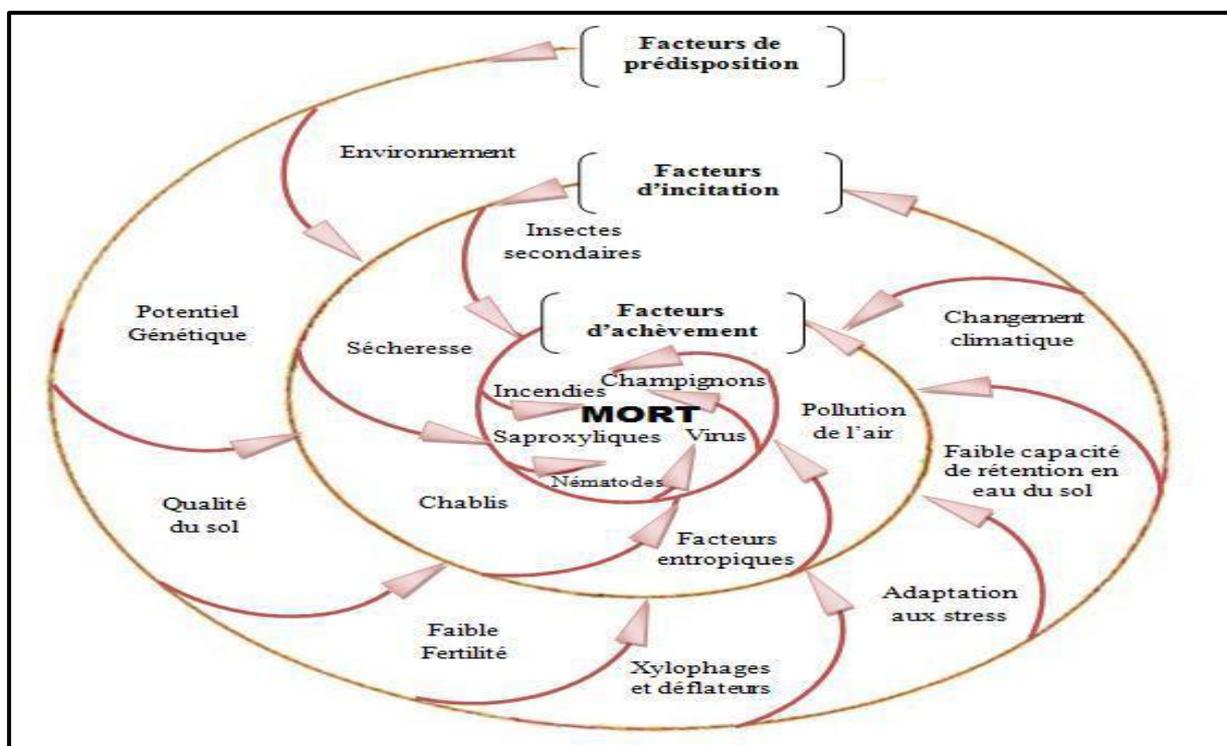


Fig.3.1 : La spirale du déclin (mécanisme de dépérissement)
(MANION, 1981 in TALEB, 2011)

3.5. Types de dépérissements

Les types du dépérissement seront distingués selon leurs évolutions (PUJOS, 1966 in HOUAMEL, 2012). On distingue trois types :

- **Le dépérissement brusque** : qui se développe en quelques semaines, se traduit par le dessèchement des feuilles qui restent pendantes.

- **Le dépérissement rapide** : qui se développe en une à deux années, entraîne une mort de l'arbre.
- **Le dépérissement lent** : qui s'étale sur plusieurs années, affecte essentiellement les arbres âgés de 80 à 100 ans.

3.6. Conséquences du dépérissement des forêts

Le dépérissement des arbres forestiers, à l'origine de changements climatiques, sa répartition dimensionnelle est jugée d'une ampleur accentuée (ALLEN, 2009). Dès lors, les conséquences de cette situation désastreuse des forêts peuvent être soulevées comme suit (ALLEN, 2009):

- Perturbation du fonctionnement de l'écosystème ;
- Accélération de la dégradation de l'écosystème ;
- Perte de services écosystémiques y compris le piégeage du carbone atmosphérique;
- Altération de la qualité du bois ;
- Perte de produits forestiers.

3.7. Lutte contre le dépérissement

Quoiqu'il n'existe pas une lutte spécifique contre le dépérissement, il n'en demeure que les travaux de LANDMANN (1991) et RIOU-NIVERT (2005) soulèvent les éventuelles possibilités d'intervention par le biais de lutttes biologique, chimique et mécanique contre les facteurs aggravant du dépérissement. Il s'agit, entre autres:

- de lutte contre la pollution;
- de pratiques de mesures sylvicoles (élagages permettant la facilité de circulation de l'air dans le peuplement, dépressages précoces dans les régénérations denses, éclaircies permettant de diminuer la concurrence entre les arbres);
- d'amélioration du sol par des apports d'engrais en cas de dépérissement attribué à une carence en éléments nutritifs;
- d'extraire rapidement les arbres dépérissant ou chablis, foyers d'insectes ravageurs et sauvegarder les peuplements sains.

Les méthodes mécaniques sont rares. 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.

3.8. Le dépérissement du cèdre de l'Atlas en Algérie

Le phénomène du dépérissement du cèdre de l'Atlas en Algérie constitue la préoccupation majeure des chercheurs et responsables forestiers (BENTOUATI, 2006).

Un dépérissement inquiétant du cèdre de l'Atlas s'est développé depuis quelques années au niveau des cédraies des Aurès, à des degrés de gravité variables. Les premières observations de ce dépérissement remontent à 1982 (BENTOUATI, 2006).

Depuis l'année 1999 à 2002 (soit le début de sécheresse), les forêts de cèdre en Algérie, ont subi une mortalité de masse affectant toutes les classes d'âges (BENTOUATI, 2006)

La cédraie de Belezma est sujette à un fort taux de dépérissement. Cette situation demeure fortement signalée à travers les Djebels Boumerzoug et Tuggurt, d'une superficie de 300 ha (MEFTAH, 2001 in TALBI, 2010).

Dans la cédraie de Theniet El Had, le dépérissement devient de plus en plus accentué. Le dépérissement du cèdre débute par l'assèchement de la flèche terminale et se propage jusqu'à ce qu'il atteigne la totalité de la cime. S'ensuit alors la chute des aiguilles, des rameaux et des branches. Le bois du tronc s'altère, l'écorce se détache du liber et l'arbre demeure totalement mort sur pied (TALEB, 2011) (**Fig.3.2**).



Fig.3.2. : Des sujets de cèdre de l'Atlas dépérissent au niveau de la cédraie de Theniet El Had (02.05.2015).

CHAPITRE 04

MATERIELS ET METHODES

4. Méthodologie d'étude

L'objet de cette étude est de pouvoir rechercher d'éventuelle relation entre le dépérissement du cèdre de l'Atlas dans le parc national de Theniet El Had (wilaya de Tissemsilt) et les caractéristiques écodendrométriques à savoir « les facteurs stationnels et dendrométrique »

A cet effet, des placettes circulaires temporaires y sont installées en vue d'une récolte des données dendrométriques et stationnelles d'une manière rationnelle et objective.

4.1. Installation des placettes

Les placettes d'échantillonnage sont réparties au sein des taches du dépérissement. Au total, vingt (20) placettes y sont installées à travers le versant nord du parc national de Theniet el Had particulièrement à travers les cantons Guerouaou, Pré-Benchohra et Pépinière (**Fig.4.1**)

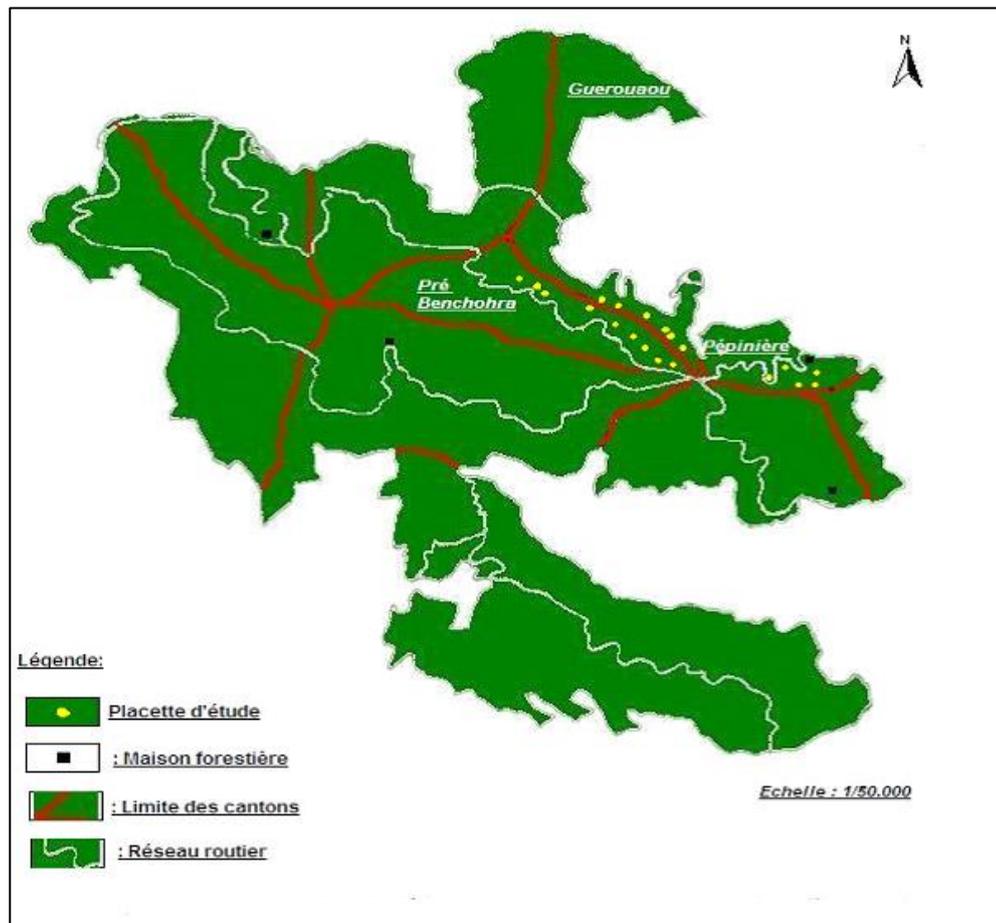


Fig.4.1 : Répartition des 20 placettes d'étude

4.2. Type, forme et taille des placettes

Les placettes d'étude sont retenues comme étant des unités d'échantillonnages temporaires à surface restreinte (quelques ares). Les placettes temporaires font l'objet d'usage en vue de la recherche de relations en dehors de la variable temps (LECOMTE et RONDEUX, 2002b; RONDEUX et al, 2002; THIBAUT et al, 2002).

Les placettes peuvent être de forme carrée, rectangulaire, circulaire ou en bande. La forme circulaire est celle retenue dans l'étude.

En fait, la forme circulaire est celle la plus recommandée dans la mesure, Elles sont incontestablement les plus utilisées pour les considérations suivantes (RONDEUX, 1993) :

- Elles ne comportent pas de direction privilégiée, ce qui confère plus d'objectivité aux mesures et aux résultats ;
- Elles permettent de réduire considérablement le nombre de cas douteux d'appartenances ou non à la placette ;
- Leur implantation sur le terrain est facile et rapide, pour autant qu'elles ne soient pas trop étendues.

La surface des placettes peut varier de quelques ares à quelques hectares ; celles qui sont à surface réduite (4 à 10 ares) sont rapidement installées et présentent une variabilité interne faible (NAGGAR, 2006), Les placettes *circulaires* temporaire de 10 ares sont celles retenues dans l'étude. (Fig.4.2)

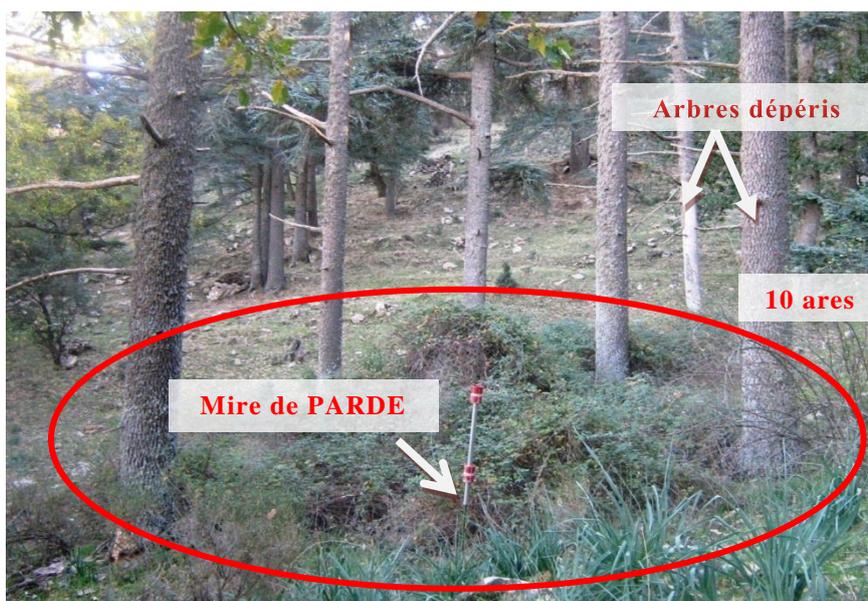


Fig. 4.2 : Représentation schématique des unités d'échantillonnage

4.3. Délimitation des placettes

Les placettes sont délimitées à l'aide de la mire de **PARDE** et du viseur dioptrique du dendromètre **BLUM-LEISS**. La distance entre les deux voyants de la mire de **PARDE** est définie par la formule suivante (PALM, 1977):

$$L=3\sqrt[2]{(S/\pi)}$$

Avec : **L** : distance entre les deux voyants de la mire en terrain horizontal.

S : superficie du cercle à installer (en m²).

Dans le cas des placettes installées sur des terrains en pente, des corrections adéquates doivent être apportées aux distances mesurées. La distance **L** mesurée en pente doit être corrigée en fonction de l'angle de pente α par le biais de la formule (RONDEUX, 1993):

$$L' = L/\cos \alpha$$

Avec : **L'** : distance entre les deux voyants de la mire en terrain incliné.

L : distance entre les deux voyants de la mire en terrain horizontal.

α : pente de terrain en degrés.

Ainsi, les différentes corrections obtenues relatives à des superficies différentes sont mentionnées dans le **Tableau 4.1**.

Tableau 4.1 : Distance entre les deux voyants de la mire de PARDE par rapport aux angles d'inclinaison pour des placettes circulaires de 10 ares (RONDEUX, 1993).

Angle de terrain en degrés avec l'horizontal	Distance entre les deux voyants (en cm) pour des placettes de:10 ares
0°	53.40
5°	53.61
10°	54.23
15°	55.28
20°	56.29
25°	58.81
30°	61.28
35°	64.60
40°	68.77
45°	73.42
50°	79.35
55°	86.64
60°	95.70

4.4. Matériel utilisé

Durant cette phase d'investigation, nous avons utilisé le matériel dendrométrique et topographique que nous décrivons brièvement comme suit (**Fig.4.3**):

- **BLUM-LEISS**

Le dendromètre **BLUM-LEISS** est utilisé pour la mesure de la hauteur totale de l'arbre et la pente. Il comporte quatre échelles de lecture de hauteurs : 15, 20, 30 et 40m.

- **Mire de PARDE**

Pour délimiter les placettes, on place la mire au centre de chaque placette et on vise par le biais du viseur dioptrique du dendromètre **BLUM LEISS** jusqu'à avoir trois voyants de la mire. La distance entre les deux voyants est réglée selon la surface de la placette.

- **Ruban mètre**

Le ruban mètre est utilisé pour mesurer la circonférence à hauteur d'homme afin de déterminer d'autres variables dendrométriques (surface terrière, volume,...).

- **GPS (Globale Position Système)**

Utilise pour déterminer l'altitude, l'exposition et les coordonnées géographiques inhérentes à chacune des placettes d'étude.

- **Penture en bombe**

Elle est utilisée afin de permettre aisément la localisation et l'immatriculation des placettes installées.



Fig.4.3 : Matériel utilisé

4.5. Récolte des données

Les données à récolter, au sein de chaque placette, sont d'ordre dendrométriques et stationnelles.

4.5.1. Mesures dendrométriques

4.5.1.1. Mesure de la hauteur totale

C'est la distance verticale entre le pied de l'arbre (niveau du sol) jusqu'à l'extrémité du bourgeon terminal (Fig. 4.4)

Elle est mesurée à l'aide du dendromètre BLUM –LEISS.

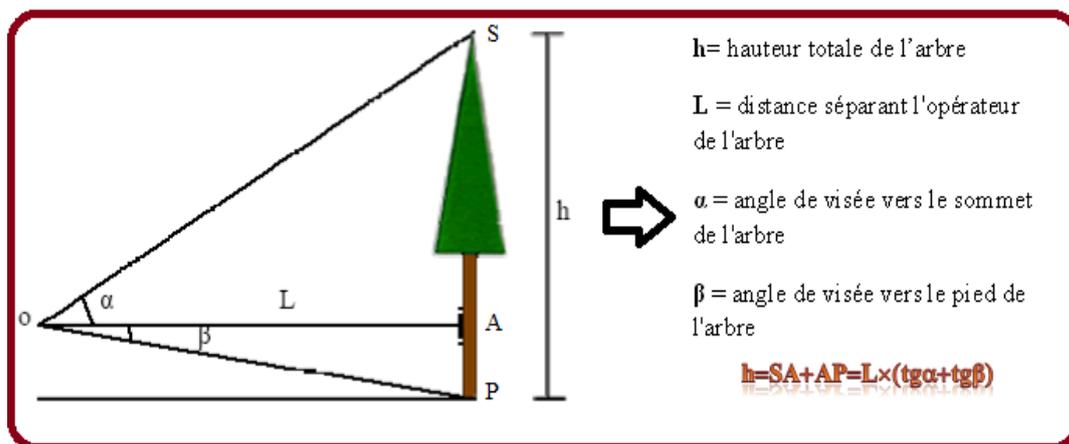


Fig. 4.4 : Mesure de la hauteur totale

4.5.1.2. Mesure de la circonférence à 1,30m

Considérée au niveau 1.30m à partir du sol, elle est mesurée à l'aide du mètre ruban pour l'ensemble des tiges de la placette. Eventuellement, des cas d'irrégularité du tronc peuvent se présenter, et nous nous sommes référés aux recommandations des mesures proposées dans la littérature (Fig.4.5)

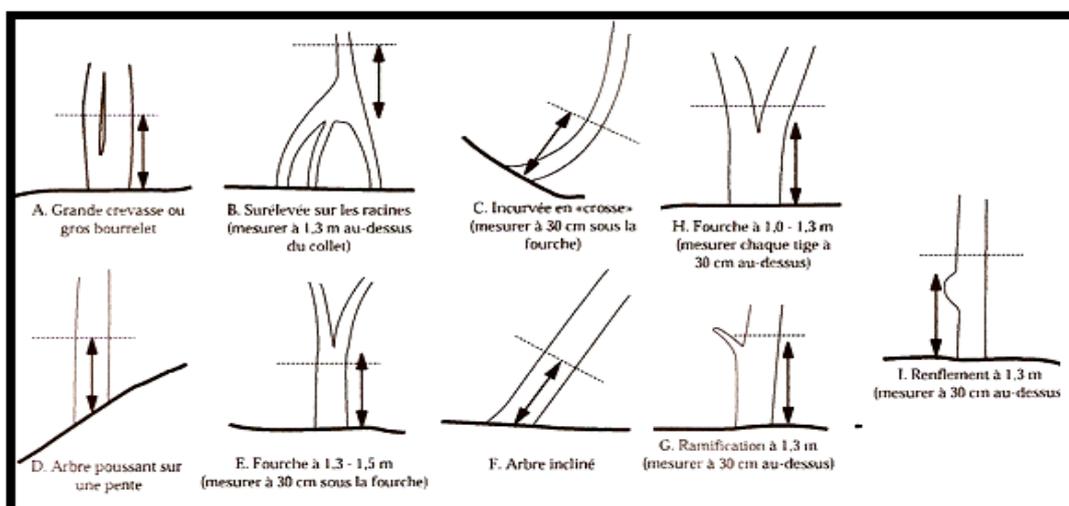


Fig. 4.5 : Niveau de mesure de la grosseur des arbres en situations particulières (D'EON et al., 1995).

4.5.1.3. Mesure de la longueur de houppier et du fût

Le houppier est la partie de la tige située au-dessus de la base de la cime. Il regroupe l'ensemble des branches vivantes et tous les rameaux qui entourent la partie supérieure du tronc.

La longueur de fût est celle de la longueur du tronc depuis le pied de l'arbre jusqu'à la première ramification des branches

4.5.2. L'état de santé des tiges

Dans le but d'évaluer l'état de santé des tiges de cèdre, chacune des tiges recensées fait l'objet d'appréciation d'ordre symptomatologique sur la base des paramètres suivants: maladies du feuillage, production des cônes, évaluation des dégâts du houppier par tiers et forme de la tige.

4.5.3. Caractéristiques stationnelles

Les paramètres statistiques pris en compte dans le cadre de la caractérisation des stations d'étude du dépérissement du cèdre sont l'*altitude*, la *pente*, l'*exposition* et le *microrelief*.

4.5.3.1. Altitude

Par l'utilisation du G.P.S, chaque placette fait l'objet d'une lecture d'altitude correspondante.

4.5.3.2. Pente

La pente du terrain, en degrés, est déterminée au centre de chaque placette à l'aide du dendromètre **BLUM-LEISS**.

4.5.3.3. Exposition

Elle est déterminée par une lecture directe sur le GPS.

4.5.3.4. Microrelief

Ce paramètre est évalué qualitativement en rapport avec la capacité de rétention en eau du sol. Trois formes distinctes sont mises en évidence :

- Forme concave : l'approvisionnement en eau est exceptionnel ;
- Forme convexe : les pertes d'eau sont supérieures aux apports.
- Forme intermédiaire : les pertes sont inférieures ou égales aux apports.

4.5.4. Fiche technique

Chaque placette échantillonnée fait l'objet d'une fiche technique spécifique rassemblant les données de nature quantitatives (mesures dendrométriques) et qualitatives (description de la station) récoltées sur terrain. (**Annexe 01**).

4.6. Traitement des données et analyses statistiques

Pour le traitement de nos données. Nous avons utilisé une méthode d'analyse à savoir : Analyse de la variance à un seul facteur au seuil de signification 95% (ANOVA).

4.6.1 Analyse de la variance (ANOVA)

Le traitement statistique des résultats consiste à une analyse de la variance à un facteur, au seuil de signification de 95%.

Son objectif est de définir et d'étudier par le biais d'un modèle statistique l'influence des facteurs stationnels et dendrométriques sur le taux de dépérissement de cèdre de l'Atlas dans le parc national de Theniet El Had.

La signification des différences est exprimée en fonction de la taille de F observé par rapport à la taille de F critique, on appliquant les règles décisionnelle du teste de l'Anova pour choisir entre H1 et H0 qui sont de la forme suivante :

Rejet de H0 si $F_{\text{observé}} \geq F_{\text{critique}}$: nous rejetons l'hypothèse nulle si le F observé est supérieur ou égale au F critique c'est-à-dire que la différence entre les groupe est statistiquement significative.

Accepté H1 si $F_{\text{observé}} \leq F_{\text{critique}}$: nous ne rejetons pas l'hypothèse nulle si le F observé est inférieur ou égale au F critique c'est-à-dire que la différence entre les groupe est statistiquement non significative.

CHAPITRE 05

STRUCTURE DES PEUPELEMENTS

5. Structure des peuplements de cèdre

5.1. Caractéristiques descriptives des peuplements de cèdre

Dans le but de décrire les peuplements de cèdre inventoriés, au niveau des 20 placettes échantillonnées dans le versant nord du Parc National, nous avons récolté diverses données qualitatives ayant servi de base de données à l'étude du dépérissement du cèdre. Les paramètres descriptifs retenus sont : forme des tiges, maladies du feuillage, état sanitaire du houppier et production des cônes.

5.1.1. Forme des tiges

Une tige rectiligne et bien élancée est donc une qualité recherchée lors d'une sylviculture envisagée.

Ainsi, Nous avons jugé intéressant de caractériser les peuplements de cèdre inventoriés sur la base des formes des tiges suivantes : *rectiligne*, *cassée*, *fourchue*, *tordue* ou *incliné*. On relève que la forme rectiligne (79%) est celle qui prédomine davantage (**Fig.5.1**).

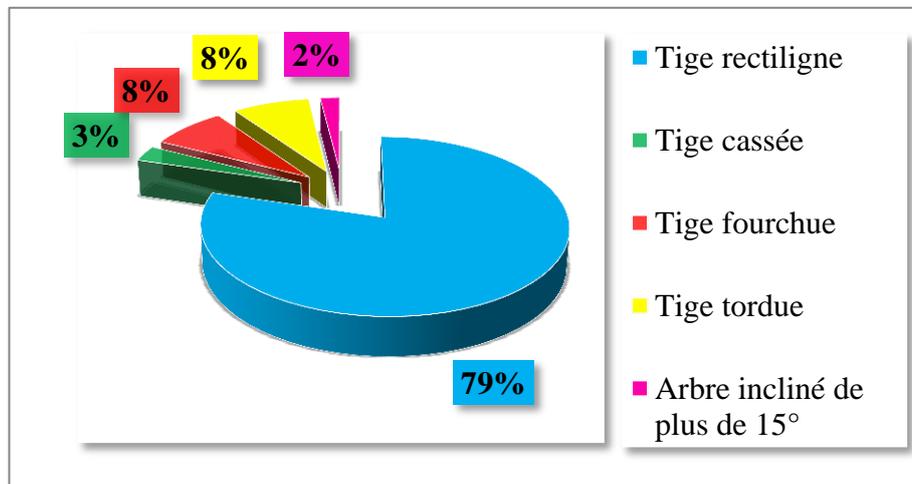


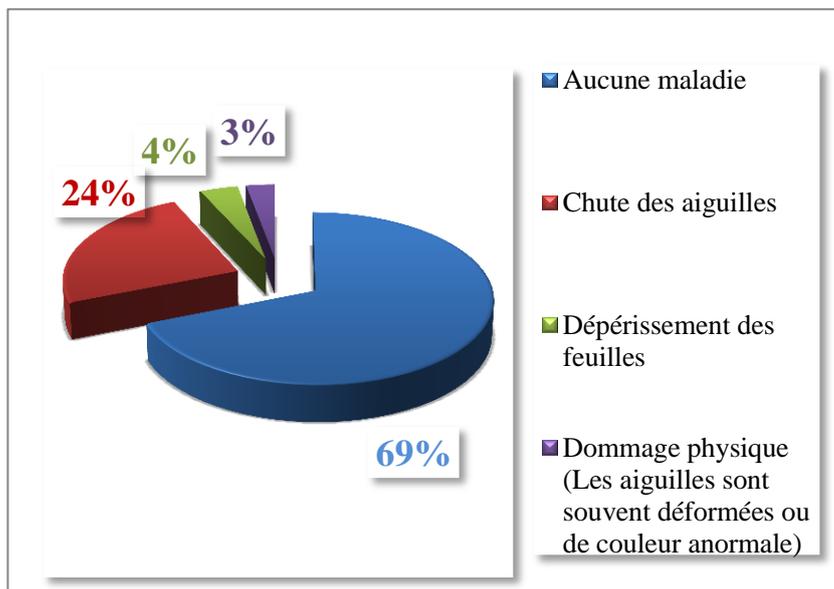
Fig.5.1 : Distribution en fréquence relative des formes des tiges des peuplements de cèdre inventoriés.

5.1.2. Maladie du feuillage

La vigueur des arbres est régie par la vitalité de leur feuillage (abondances et couleurs). Afin de décrire le peuplement inventorié, sur la base des situations sanitaires des aiguilles, quatre critères qualitatifs sont mis en évidence : feuillage sain, chute des aiguilles, dommage physique et dépérissement des feuillages.

A travers la **Figure 5.2**, on constate que 69% des tiges recensées présentent des aiguilles en bon état sanitaire, 24% de l'ensemble des tiges inventoriées relative à celle de la chute des aiguilles. Cette situation permet de montrer l'évolution des dommages à travers le temps dans les peuplements recensés.

Fig.5.2 : Distribution en fréquences relatives des maladies du feuillage des peuplements de cèdre inventoriés



5.1.3. Etat sanitaire du houppier

Le houppier d'un arbre est l'ensemble des branches et des rameaux qui entourent la partie supérieure de l'arbre (RONDEUX, 1993). L'état sanitaire du houppier d'un arbre est fortement corrélé avec sa croissance. Un houppier endommagé n'est autre qu'un indicateur d'une mortalité évidente d'un arbre quoiqu'il soit encore sur pied.

Pour l'évaluation de l'aspect du houppier en attribuant aux critères retenus une note qualitative de 0 à 4 (**Tableau.5.1**) qui peut correspondre à une intensité (ex : transparence), un nombre (ex : fenêtre), une fréquence (ex : rameaux morts). Les limites de classes en pourcentage ne sont qu'indicatives et sont surtout utiles pour l'appréciation du déficit foliaire (ANONYME 4, 2010).

Tableau.5.1 : Classe de notation des dégâts des houppiers

NOTE	INTENSITÉ	FRÉQUENCE	INDICATIF%
0	Absence ou trace	Nulle à très faible	0 à 5 %
1	légère	Faible	6 à 25%
2	Assez forte	modérée	26 à 50 %
3	forte	Importante	51 à 75 %
+3	Très forte	Très importante	76 à 95 %
4	totale	totale	96 à 100%

(ANONYME 4, 2010)

Les résultats montrent que 60% des peuplements recensés ne présente pas des dommages sur les houppiers, Tandis que 40% du peuplement recensé présente des dommages sur les houppiers. Indication fort compromettante de sa croissance (**Figure 5.3**).

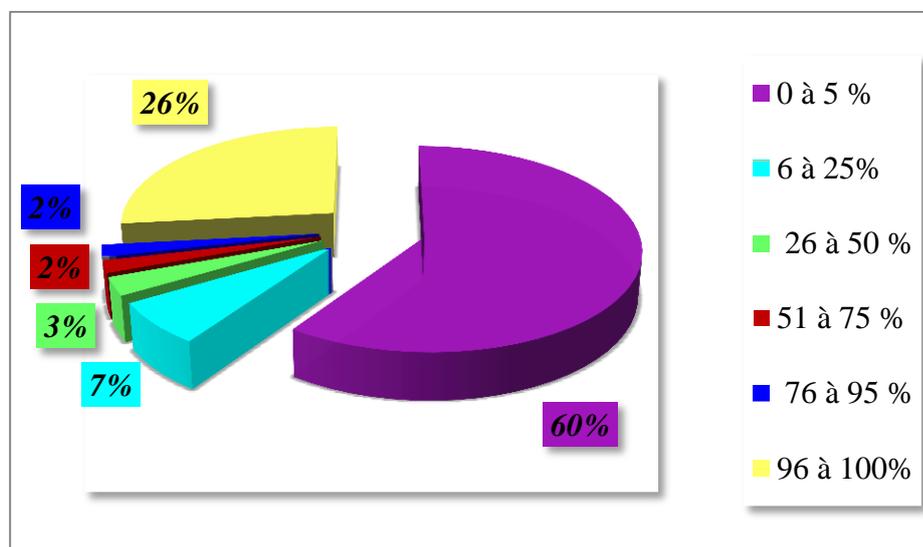


Fig.5.3 : Distribution en fréquence relative des classes des dégâts du houppier des peuplements de cèdre inventoriés

5.1.4. Production des cônes

La production des cônes est le premier processus garantissant la pérennité d'un peuplement. Dans notre cas la production des cônes est très faible voire quasiment nulle. En effet selon la **Figure 5.4**, 84% de peuplement recensée représente une production nulle (aucun cône), 10% représente une production très faible et seulement 3% de peuplement représente une production moyenne. Cette situation étant en défaveur d'une régénération du peuplement, concourt en conséquence vers une évolution régressive des peuplements de cèdre.

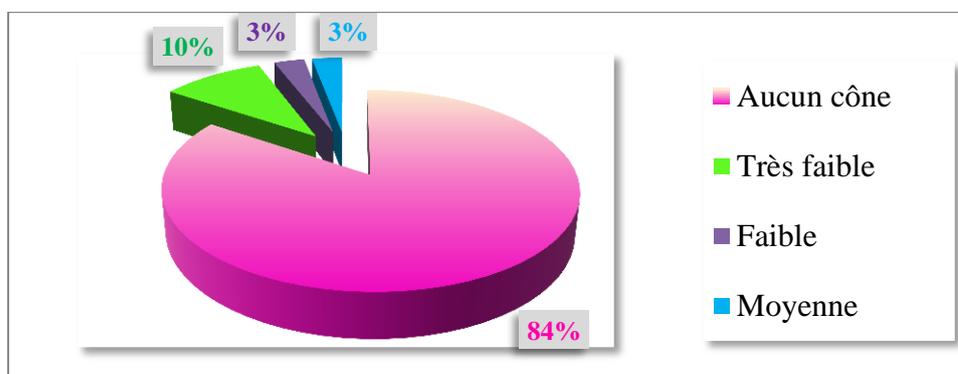


Fig.5.4 : Distribution en fréquence relative des catégories de production des cônes des peuplements de cèdre inventoriés

5.2. Caractéristiques dendrométriques des peuplements de cèdre

Au niveau de chaque placette installée, les données dendrométriques faisant l'objet d'évaluation sont les suivantes: *circonférence moyenne, circonférence dominante, hauteur totale moyenne, hauteur dominante, surface terrière totale et densité totale*. Ces données sont à l'origine de mesures dendrométriques réalisées sur 322 arbres de cèdres dont 99 arbres dépéris.

5.2.1. Circonférence moyenne à 1,30m

Les peuplements de cèdre recensé présentent une circonférence moyenne estimée à 1.64 m et des valeurs maximale et minimale respectives de 2.73 m et 0.96 m.

A travers la figure 5.5, on constate que les tiges de faible grosseur disposent de la plus faible fréquence (20%). Tandis que, les tiges de grosseur supérieure à 1.36 m présentent une fréquence très élevé (80%) ; ce qui reflète un potentiel danger de disparition de la cédraie par la menace du fléau du dépérissement qui réside dans les peuplements adultes d'une part, et la rareté des peuplements des stades jeunes d'autre part.

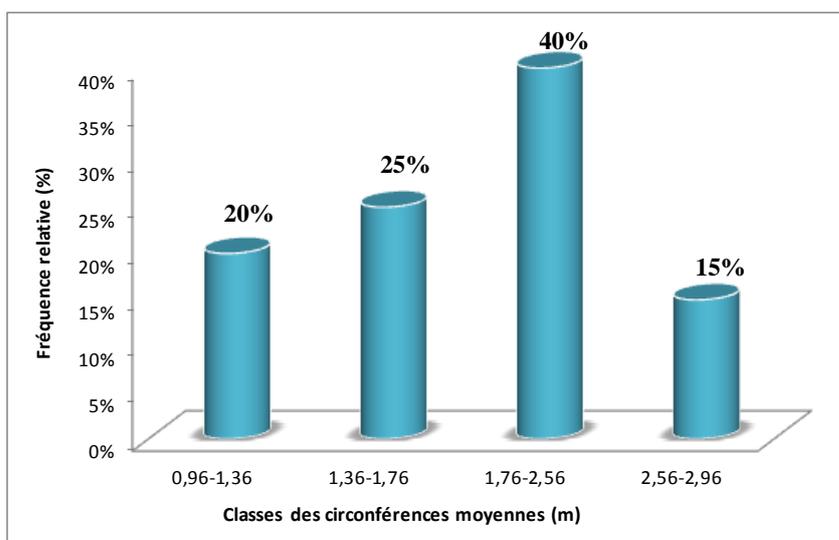


Fig.5.5 : Fréquences relatives des classes de Circonférence moyenne à 1.30m

5.2.2. Circonférence dominante

La circonférence dominante correspond à la moyenne des circonférences à 1.30m des cent plus grosses tiges à l'hectare. Elle reflète mieux les potentialités stationnelles (ANONYME, 1989 in BOUAZZA, 2011).

La circonférence dominante varie entre 1.31m et 2.91m le long des placettes d'études avec une prédominance des circonférences dominantes variant entre 1.71m et 2.91m, soit une fréquence relative supérieure à 75% (**Fig.5.6**).

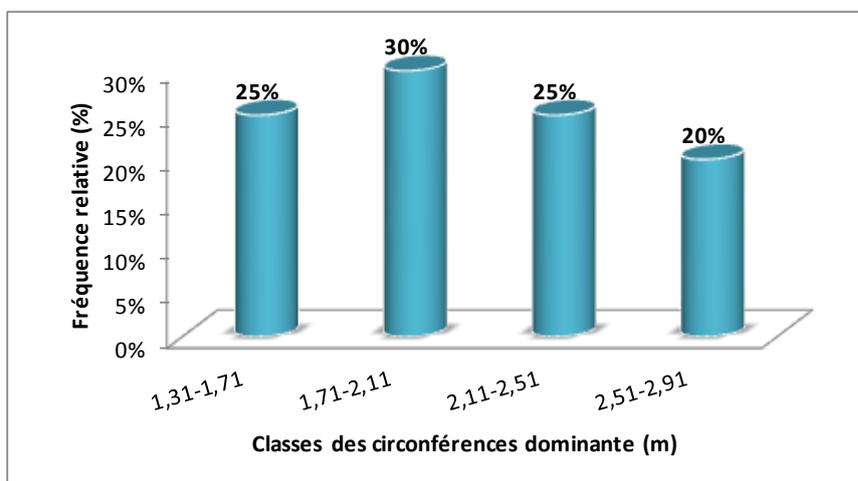


Fig.5.6: Fréquences relatives des classes de Circonférence dominante

5.2.3. Hauteur totale moyenne

En se référant à la **figure 5.7** nous constatons une prépondérance des hauteurs totales moyennes, plus ou moins importante, variant de 12m à 24m sur la majeure partie des placettes d'étude soit d'une fréquence de plus de 60% des peuplements inventoriés. C'est à dire une futaie adulte d'une hauteur assez appréciable n'en demeure pas moins qu'elle soit fortement touchée par le fléau du dépérissement menaçant la pérennité de la cédraie.

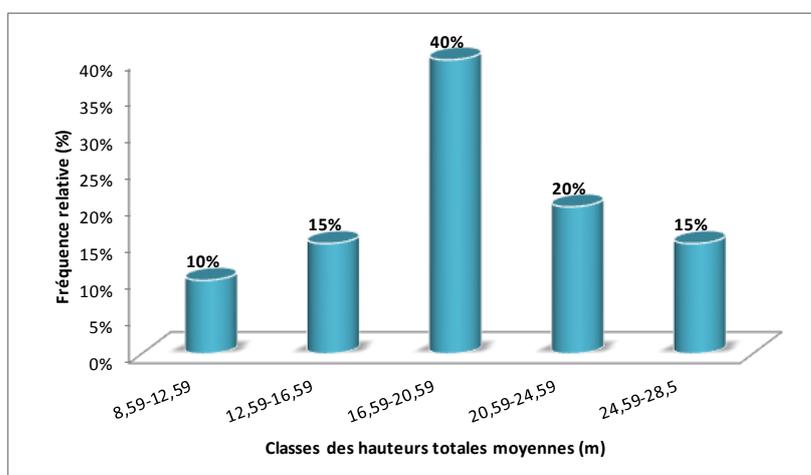


Fig.5.7 : Fréquences relatives des classes de Hauteur totale moyenne

5.2.4. Hauteur dominante

C'est la moyenne arithmétique des hauteurs des arbres les plus gros (à raison d'un arbre par are de placette) (RONDEUX J, FAGOT J, LAURENT C, LECOMTE, A. TOUSSAINT, 1986), Elle reflète mieux la fertilité stationnelles et de ce fait elle est un bon indice de productivité. A travers les placettes d'étude, on enregistre des hauteurs dominantes variant entre 12.48m et 27.48m avec une fréquence relative de 65% de prédominance des hauteurs dominantes variant entre 18.48m et 24.48m (**Fig.5.8**).

En fait, la recherche des classes de productivité pour une essence donnée est couramment conçue de façon à déterminer la hauteur dominante à un indice de référence donné.

ZEDEK (1993) a définie trois niveaux de productivité dans la cédraie de Theniet El Had, il en ressort que les peuplements échantillonnés relèvent des classes de productivité suivantes:

- 80% de peuplements échantillonnés relèvent de la classe de productivité 1 (hauteur dominante =18m);
- 15% de peuplements échantillonnés relèvent de la classe de productivité 2 (hauteur dominante =15m);
- 05% de peuplements échantillonnés relèvent de la classe de productivité 3 (hauteur dominante =12m).

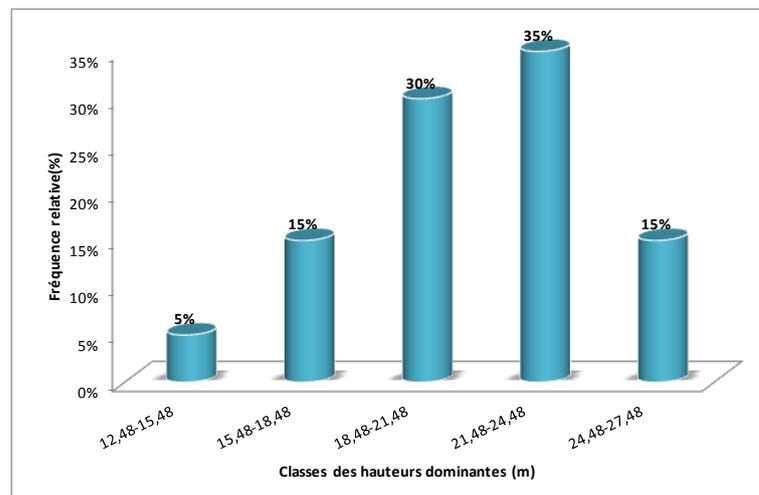


Fig.5.8 : Fréquences relatives des classes de Hauteur dominante

5.2.5. Longueurs du houppier et du fût

Les longueurs du houppier et du fût ont une importance significative de la croissance et de la production ligneuse des tiges. Sur la base des données récoltées, il en ressort que plus de 80% des tiges de cèdre inventoriées présentent des houppiers relativement longs ce qui explique l'absence d'élagage, et la cédraie reste encore une futaie jardinée non aménagée (**Fig. 5.9**). Cette situation engendre des longueurs de fûts courtes (**Fig. 5.10**). Il s'agit alors de soulever les retombées d'une telle situation dans la mesure où la production se distingue par des valeurs encore faibles. La nécessité d'un tel aménagement n'est que primordiale pour une cédraie régie en parc national, c'est-à-dire protégée et productive.

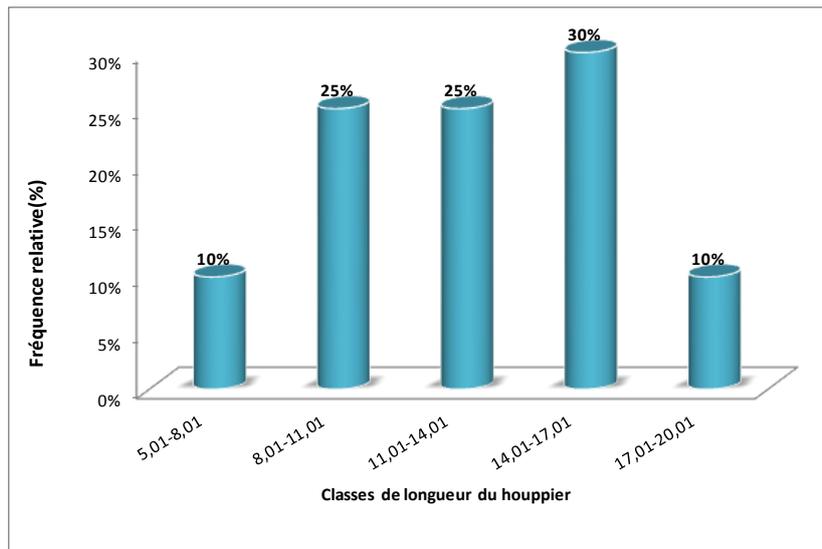


Fig.5.9 : Fréquences relatives des classes de longueur du houppier des tiges de cèdre inventoriées

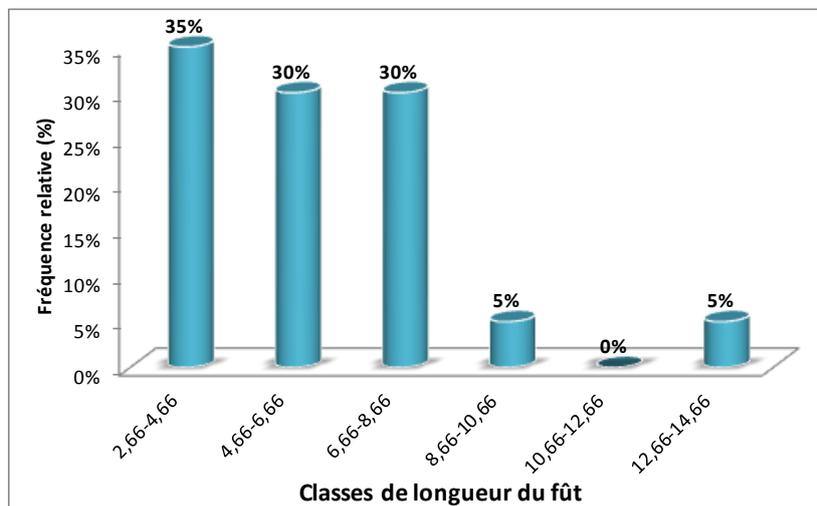


Fig.5.10 : Fréquences relatives des classes de longueur du fût des tiges de cèdre inventoriées

5.2.6. Surface terrière totale

La surface terrière d'un arbre est la section transversale de cet arbre à hauteur d'homme, c'est un bon indicateur de la richesse d'un peuplement, plus elle est élevée, plus elle est riche (Gaudin, 1996), La surface terrière totale d'un peuplement est la somme des surfaces terrières de tous les arbres qui le composent. Elle est déterminée à travers la formulation suivante (RONDEUX, 1993):

$$G = \sum g/s = (\sum c^2/4\pi)/s$$

- Avec:
- G** : Surface terrière totale (m²/ha)
 - g** : Surface terrière tige (m²)
 - c** : Circonférence à 1.30m
 - s** : Superficie (ha).

A travers la **Figure 6.11**, la surface terrière totale présente une allure décroissante où environ 50% de peuplements présentent des surfaces terrières inférieures à 9.5 m²/ha. En revanche, 20% de peuplements présentent des surfaces terrières de plus de 18.42 m²/ha.

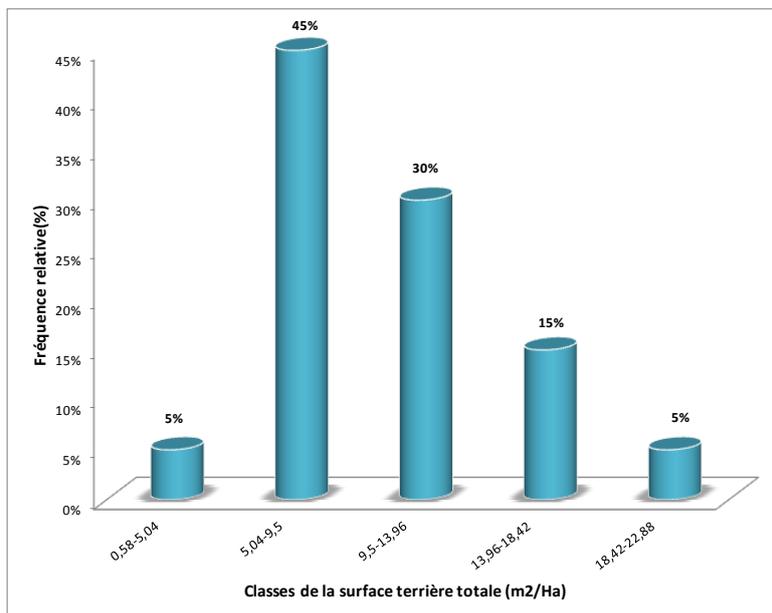


Fig.5.11 : Fréquences relatives des classes de la surface terrière totale à travers les placettes d'étude.

5.2.7. Densité totale

Elle correspond au nombre de pieds par unité de surface donnée. La notion de la densité est liée au concept de concurrence entre les individus et le degré de couvert d'un peuplement (GAUDIN, 1996).

La **Figure 5.12** permet de mieux visualiser la distribution des fréquences relatives des classes de la densité totale de cèdre recensé, on soulève que 80% de peuplements présentent une densité totale inférieure à 200 pieds/ha où la classe des densités moyennes (125 à 200 pieds/ha) présente la fréquence relative la plus élevée (soit 45%). Par contre, environ 5% de peuplements présentent une densité très élevée (350-425 pieds/ha).

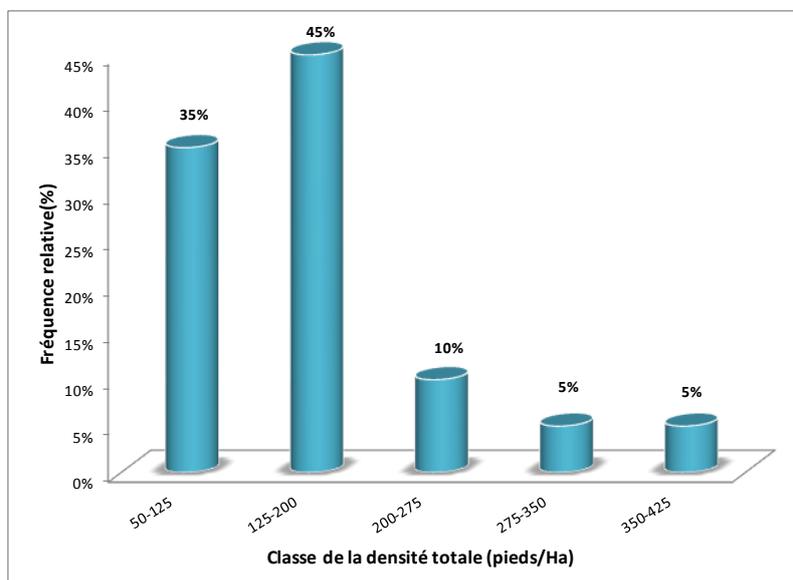


Fig.5.12 : Fréquences relatives des classes de densité totale du cèdre à travers les placettes d'étude.

5.2.8. Volume total

L'estimation des volumes tiges est déduite par le biais de l'équation de tarif de cubage à deux entrées élaborées dans le versant nord de la cédraie de Theniet El Had par ZEDEK, 1993. L'équation ayant servi de cubage, par le biais de la circonférence à 1.30m (C) et la hauteur totale (H) présente la formulation suivante:

$$V = 0,791713 - 2,12704 C + 1,679322 C^2 - 0,22467 C^3 + 0,024315 C^2H$$

A travers la figure 5.13, on souligne que les peuplements de cèdre inventoriés présentent des volumes dont l'allure est régressive. En effet, on conçoit alors que la productivité est liée fortement à la fertilité stationnelles.

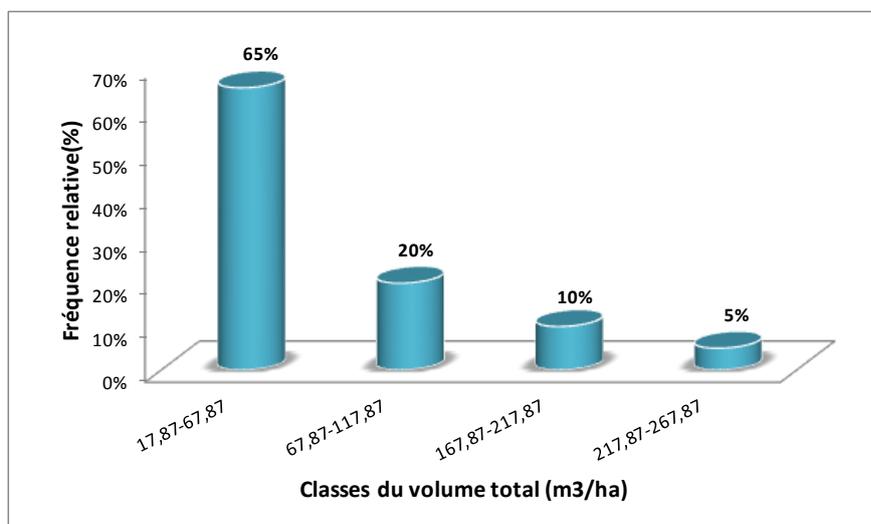


Fig.5.13 : Fréquences relatives des classes du Volume total (m³/ha)

5.3. Synthèse des variables dendrométriques

Le Tableau 5.2 présente les principales caractéristiques dendrométriques des peuplements de cèdre recensés à travers les placettes d'étude.

Tableau 5.2: Caractéristiques dendrométriques des peuplements de cèdre inventoriés à travers les placettes d'étude.

Caractéristiques dendrométriques	les caractéristiques statistiques			
	Minimale	Maximale	Moyenne	Ecart type
Circonférence moyenne à1.30 (m)	0,96	2,73	1,64	0,52
Circonférence dominante (m)	1,3	2,86	2,08	0,41
Hauteur totale moyenne (m)	8,59	25,38	16,70	4,29
Hauteur dominante (m)	12,47	25,37	21,09	3,28
Longueur du houppier (m)	5,01	22,13	12,79	4,09
Longueur du fût (m)	2,66	13,51	5,81	2,46
Surface terrière totale (m²/ha)	0,58	19,11	9,85	4,32
Densité totale (pieds/ha)	50	420	161	83,18
Volume total (m³/ha)	17,87	252	69,50	60,80

CHAPITRE 06

ETUDE ECODENDROMETRIQUE DU DEPERISSEMENT

6. Etude écodendrométrique du dépérissement du cèdre

Le dépérissement du cèdre de l'Atlas dans le parc national de Theniet El Had fera l'objet, lors de ce chapitre, d'une étude écodendrométrique objective et rationnelle. A travers les variables dendrométriques des cèdres échantillonnés et les caractéristiques stationnelles du milieu correspondantes, on conçoit de mettre en évidence l'éventuelle variabilité du taux de dépérissement enregistré au sein des unités d'échantillonnage.

Dès lors, facteurs topographiques, seront les principales caractéristiques stationnelles à mettre en évidence vis-à-vis des taux de dépérissement de cèdre enregistrés. De plus, les variables dendrométriques seront, éventuellement, celles des variables explicatives des différents taux de dépérissement du cèdre.

L'analyse de la variance à un facteur, au seuil de signification de 95%, est celle qui fera l'objet d'analyse appropriée quant aux variabilités de différences des taux de dépérissement à travers l'ensemble des strates de chacune des variables précitées. Cette analyse statistique demeure l'outil fiable dans de telle étude (**DAGNELIE, 1993, 1994 in TALEB, 2011**).

6.1. Influence des facteurs stationnels sur le dépérissement du cèdre

6.1.1. Relation dépérissement -microrelief

Le microrelief du sol joue un rôle prépondérant dans la rétention de l'eau des précipitations, soit en faveur d'une meilleure rétention (infiltration), soit en faveur d'un ruissellement (perte) (**LE GOFF et LEVY, 1984 in TALEB, 2011**).

Dans le peuplement recensé, trois strates de microrelief sont mises en évidence selon la capacité de rétention d'eau. Il s'agit des microreliefs : *concave*, *convexe* et *intermédiaire* dont chacune d'elles s'y localisent respectivement 37%, 38% et 31% de placettes (**Fig.6.1**).

Pour pouvoir asseoir une réflexion objective quant à la relation microrelief-dépérissement, il y a lieu de mettre en évidence cette relation par le biais de l'analyse de la variance à un facteur au seuil de signification de 95% (**Tableau 6.1**). On n'enregistre aucune différence significative du taux de dépérissement à travers les strates topographiques.

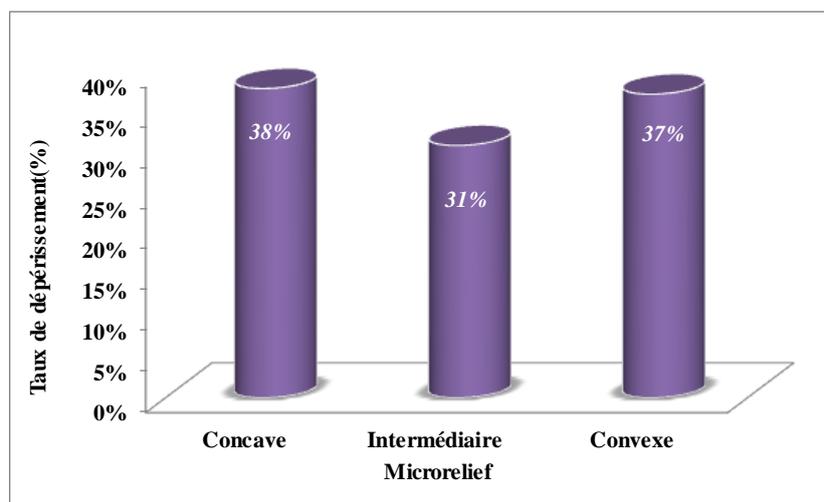


Fig.6.1 : Taux de dépérissement à travers les microreliefs recensés

Tableau 6.1. : Résultats de l’ANOVA à un facteur au seuil de signification de 95% entre le taux de dépérissement et les microreliefs

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	0,00479398	2	0,00239699	0,07318356	0,9297214	3,59153057
A l'intérieur des groupes	0,55680276	17	0,0327531			
Total	0,56159673	19				

6.1.2. Relation dépérissement - altitude

Les valeurs d’altitude enregistrées au niveau des placettes d’études varient de 1325 à 1545 m. La strate altitudinale retenue égale à 100m est celle au-delà de laquelle on conçoit que l’influence des conditions écologiques est effective. Ainsi, trois strates étant retenues : 1325-1425m, 1425-1525m et 1525-1625m avec des fréquences relatives respectives de 25%, 60% et 15%.

En effet, si l’on se réfère à la **Figure 6.2**, on remarque que le taux du dépérissement est élevé à des basses altitudes.

Ainsi, par le biais d’une analyse de la variance à un facteur au seuil de signification de 95%, on cherche une éventuelle relation entre le dépérissement et les différentes valeurs altitudinales. Il apparaît que le taux de dépérissement manifeste une variabilité non significative vis-à-vis des différentes classes altitudinales (**Tableau 6.2**).

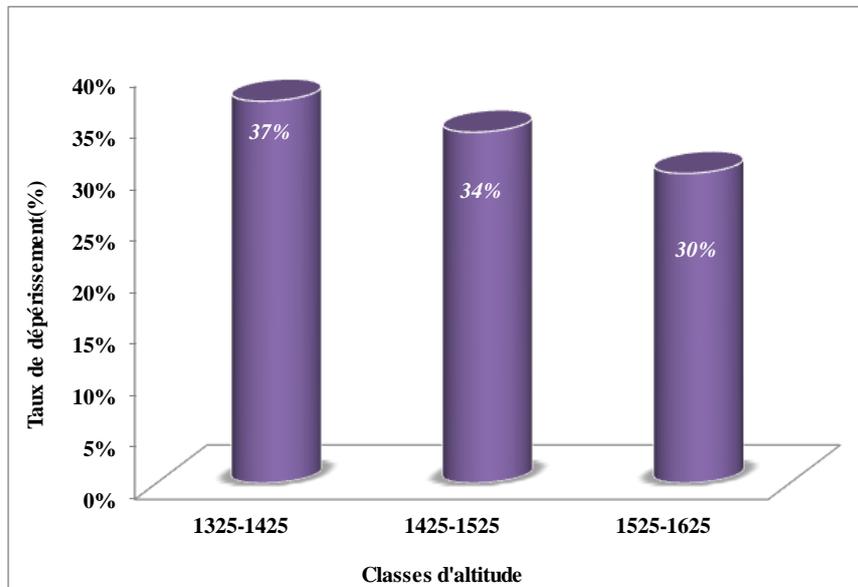


Fig.6.2 : Taux de dépérissement à travers l'étagement altitudinal

Tableau 6.2. : Résultats de l'ANOVA à un facteur, au seuil de signification de 95%, entre le taux de dépérissement et l'altitude

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	0,00827825	2	0,00413912	0,12716929	0,88141441	3,59153057
A l'intérieur des groupes	0,55331848	17	0,03254815			
Total	0,56159673	19				

6.1.3. Relation dépérissement – exposition

L'exposition joue un rôle indéniable dans la répartition des eaux de pluies dans une zone donnée. Dès lors, les tiges exposées au nord ont tendance à être favorablement arrosées que par rapport à celles exposées au sud.

A travers les peuplements échantillonnés, 38% des tiges dépériées relèvent de strate d'exposition Ouest- Nord-Ouest au Nord-Est (W.NW au NE). Une allure graphique permet de mieux visualiser la tendance du taux de dépérissement à travers les deux strates d'exposition (**Fig. 6.3**).

L'analyse de la variance révèle une différence non significative (**Tableau 6.3**).

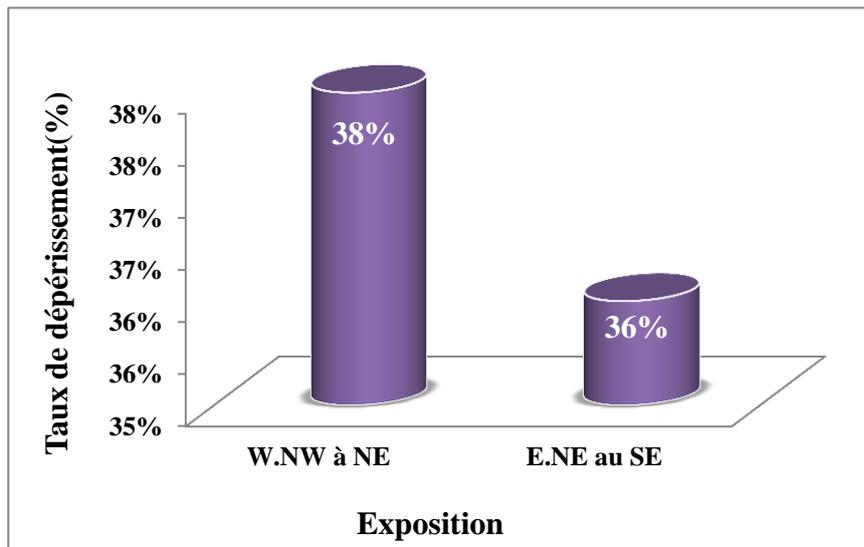


Fig.6.3 : Taux de dépérissement à travers les expositions

Tableau 6.3. : Résultats de l'ANOVA à un facteur au seuil de signification de 95% entre le taux de dépérissement et l'exposition

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	0,04506089	1	0,04506089	2,27268087	0,1555834	4,66719273
A l'intérieur des groupes	0,25775358	13	0,0198272			
Total	0,30281448	14				

6.1.4. Relation dépérissement – pente

Dans le peuplement recensé, trois classes de pentes y sont identifiées : moins de 10°, de 10 à 30° et supérieure à 30° dont chacune d'elles présente respectivement 15%, 70% et 15% de placettes.

Plus 60% du taux de dépérissement relève des terrains inclinés de plus de 10°. Par ailleurs, le taux de dépérissement est de 20% seulement dans les terrains de moins de 10° de pente (Fig.6.4).

La mise en évidence de cette relation, par le biais de l'analyse de la variance, révèle une différence faiblement significative (Tableau 6.4).

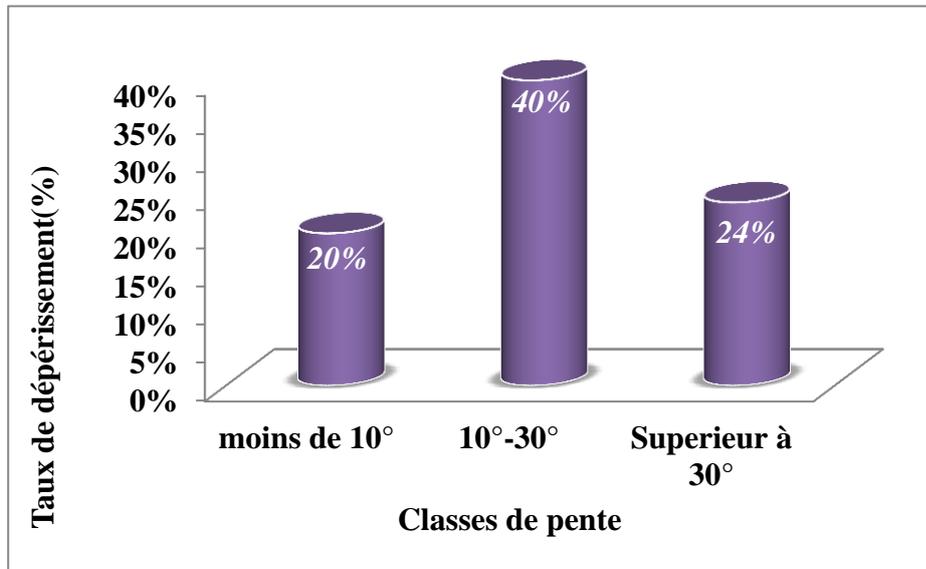


Fig.6.4 : Taux de dépérissement à travers les classes de pente

Tableau 6.4. : Résultats de l'ANOVA à un facteur, au seuil de signification de 95%, entre le taux de dépérissement et la pente du terrain

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	0,13462516	2	0,06731258	2,68007037	0,09733797	3,59153057
A l'intérieur des groupes	0,42697157	17	0,02511597			
Total	0,56159673	19				

6.2. Influence des variables dendrométriques sur le dépérissement du cèdre

Afin de ressortir d'éventuelles corrélations entre le dépérissement et les paramètres dendrométriques, nous avons jugé nécessaire d'interpréter les données sur la base de l'analyse de corrélation au seuil de signification de 95%. Il s'agit des variables dendrométriques suivantes : surface terriers totale, hauteur dominante, fertilité stationnelle, circonférence dominante, densité totale et volume total.

6.2.1. Relation entre le taux de dépérissement et la surface terrière totale du cèdre

La surface terrière totale est un meilleur critère révélateur de la bonne ou faible vigueur des tiges. Elle contribue dans l'identification de la fertilité stationnelle et en conséquence de la productivité des peuplements (RONDEUX, 1993).

Si l'on se réfère aux valeurs de surface terrière totale enregistrées, la classe de 5.04 à 9.5 m²/ha est celle qui recèle le taux de dépérissement le plus élevé (44%) (Fig. 6.5) .

L'analyse de la variance à un facteur, au seuil de signification de 95%, montre une différence non significative entre le taux de dépérissement et la surface terrière totale des peuplements de cèdre (Tableau 6.5).

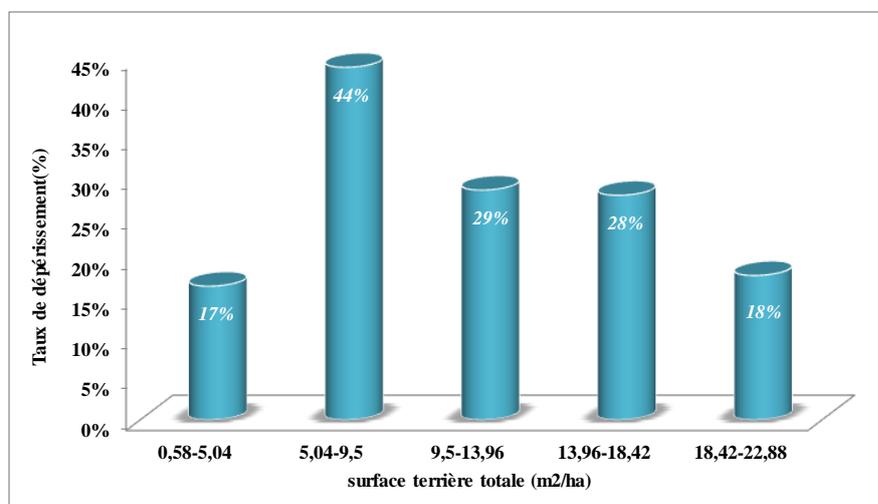


Fig.6.5 : Taux de dépérissement à travers les classes de surface terrière totale

Tableau 6.5. : Résultats de l'ANOVA à un facteur au seuil de signification de 95% entre le taux de dépérissement et la surface terrière totale

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	0,10430603	4	0,02607651	0,85535882	0,51250517	3,05556828
A l'intérieur des groupes	0,4572907	15	0,03048605			
Total	0,56159673	19				

6.2.2. Relation entre le taux de dépérissement et la hauteur dominante

La hauteur dominante est une variable dendrométrique retenue comme étant le meilleur indice de productivité d'un peuplement forestier.

L'analyse de la variance à un facteur, au seuil de signification de 95%, montre une différence non significative entre le taux de dépérissement et la hauteur dominante (Tableau 6.6). L'allure de répartition des taux de dépérissement à travers les classes de hauteur dominante est représentée dans la Figure 6.6.

Tableau 6.6. : Résultats de l'ANOVA à un facteur au seuil de signification de 95% entre le taux de dépérissement et la hauteur dominante

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	0,07592057	4	0,01898014	0,58619749	0,67757135	3,05556828
A l'intérieur des groupes	0,48567616	15	0,03237841			
Total	0,56159673	19				

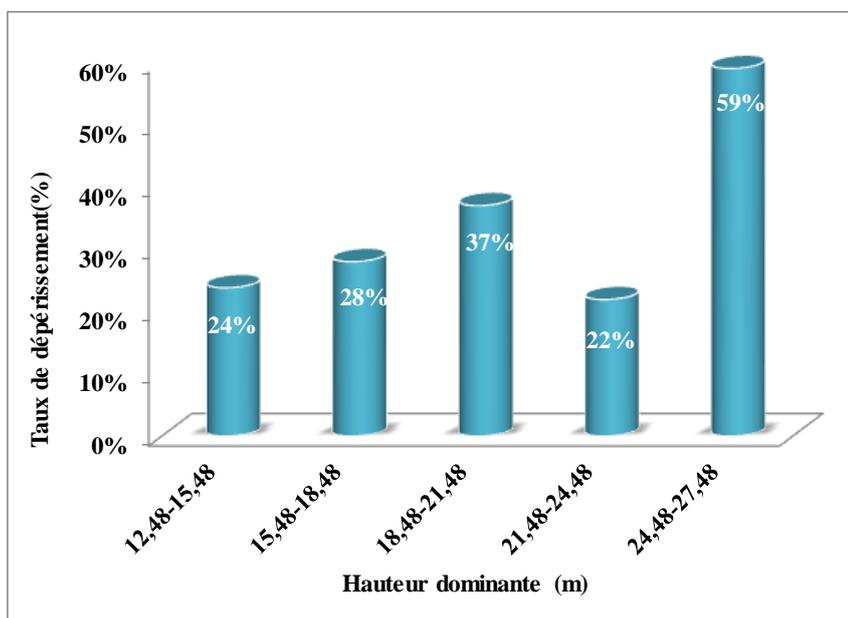


Fig.6.6 : Taux de dépérissement à travers les classes de hauteur dominante du cèdre

6.2.3. Relation entre le dépérissement et la fertilité stationnelle

Comme la hauteur dominante est un bon indice de fertilité stationnelle, on recherche une éventuelle signification de la variabilité du taux de dépérissement de cèdre à travers les valeurs des classes de fertilités des placettes d'étude enregistrées. Dans la cédraie de Theniet El Had, les classes de productivités retenues, au nombre de trois, sont celles déterminées par ZEDEK (1993). La **Figure 6.7** présente les taux du dépérissement à travers les classes de fertilité des peuplements de cèdre exprimées. L'analyse de la variance ne révèle pas une différence significative (**Tableau 6.7**). Qu'il s'agit de niveau de productivité faible, moyen ou élevé, le dépérissement demeure toujours recensé indépendamment de la fertilité stationnelle. C'est la même indication soulevée lors de l'étude du rapport taux de dépérissement-hauteur dominante.

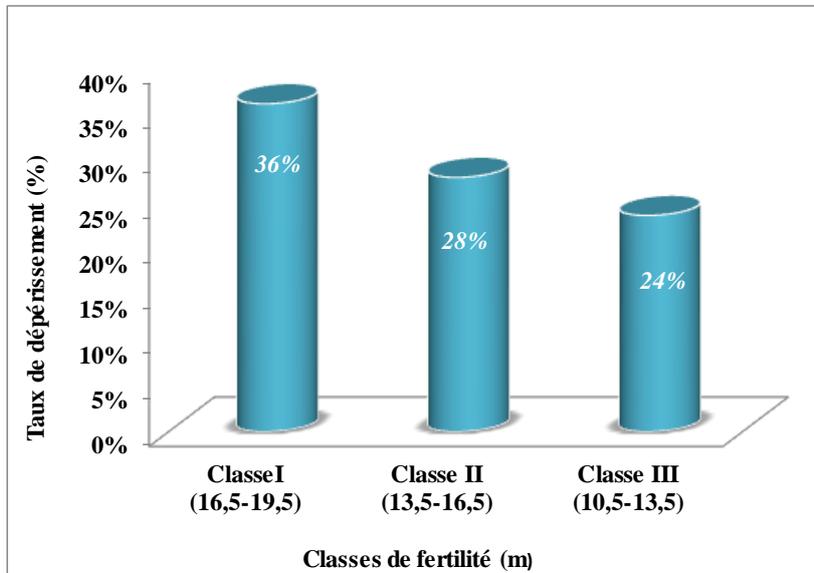


Fig.6.7 : Taux de dépérissement à travers les classes de fertilité

Tableau 6.7. : Résultats de l'ANOVA à un facteur au seuil de signification de 95% entre le taux de dépérissement et les classes de fertilité

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	0,02663976	2	0,01331988	0,42328256	0,66160897	3,59153057
A l'intérieur des groupes	0,53495697	17	0,03146806			
Total	0,56159673	19				

6.2.4. Relation entre le taux de dépérissement et la circonférence dominante

L'analyse de la variance à un facteur, au seuil de signification de 95%, n'engendre pas une différence significative entre le taux de dépérissement et la circonférence dominante (Tableau 6.8). D'ailleurs, la distribution graphique de ce type de relation est concomitante à cette déduction statistique (Fig. 6.8).

Tableau 6.8. : Résultats de l'ANOVA à un facteur au seuil de signification de 95% entre le taux de dépérissement et la circonférence dominante

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	0,02789361	3	0,00929787	0,27874288	0,83991835	3,23887152
A l'intérieur des groupes	0,53370312	16	0,03335644			
Total	0,56159673	19				

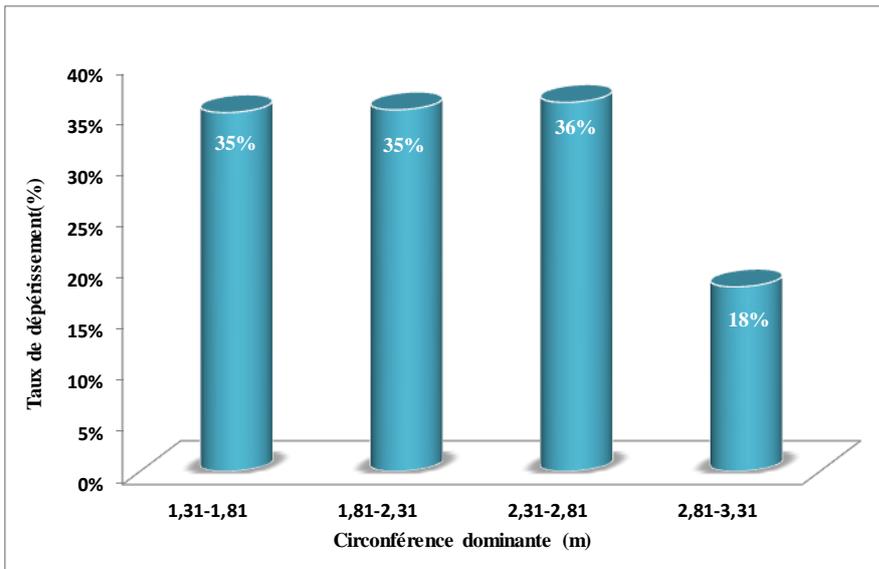


Fig.6.8 : Taux de dépérissement à travers les classes de circonférence dominante du cèdre

6.2.5. Relation entre le taux de dépérissement et la densité totale des peuplements

Le dépérissement demeure très fréquent (76%) dans les placettes où les classes de densité sont moins de 200 pieds/ha (Fig.6.9). En effet, la densité élevée du peuplement engendre une forte concurrence entre les arbres et par conséquent une difficulté de croissance des tiges et un affaiblissement des arbres.

Quoique, L'analyse de la variance à un facteur, au seuil de signification de 95%, ne montre aucune différence significative du taux de dépérissement vis-à-vis des classes de densités de cèdre (Tableau 6. 9).

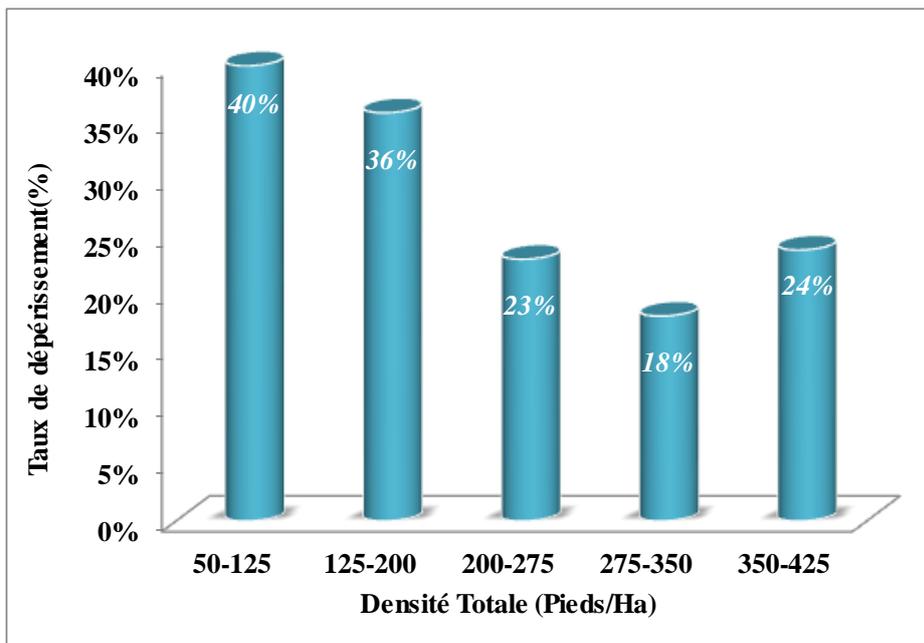


Fig.6.9: Taux de dépérissement à travers la densité totale

Tableau 6.9. : Résultats de l'ANOVA à un facteur au seuil de signification de 95% entre le taux de dépérissement et la densité totale

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	0,08707111	4	0,02176778	0,6880907	0,61133978	3,05556828
A l'intérieur des groupes	0,47452562	15	0,03163504			
Total	0,56159673	19				

6.2.6. Relation entre le taux de dépérissement et le volume total

L'analyse de la variance entre le volume total des peuplements de cèdre inventoriés et le taux de dépérissement montre une différence non significative (**Tableau 6.10**). La variabilité du taux de dépérissement du cèdre est loin d'être dépendante du potentiel de production ligneuse des arbres. La distribution graphique de la relation entre le taux de dépérissement illustre davantage cette déduction (**Fig. 6.10**).

Tableau 6.10. : Résultats de l'ANOVA à un facteur au seuil de signification de 95% entre le taux de dépérissement et le volume total des peuplements de cèdre.

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	0,03273712	3	0,01091237	0,33014049	0,80364775	3,23887152
A l'intérieur des groupes	0,52885961	16	0,03305373			
Total	0,56159673	19				

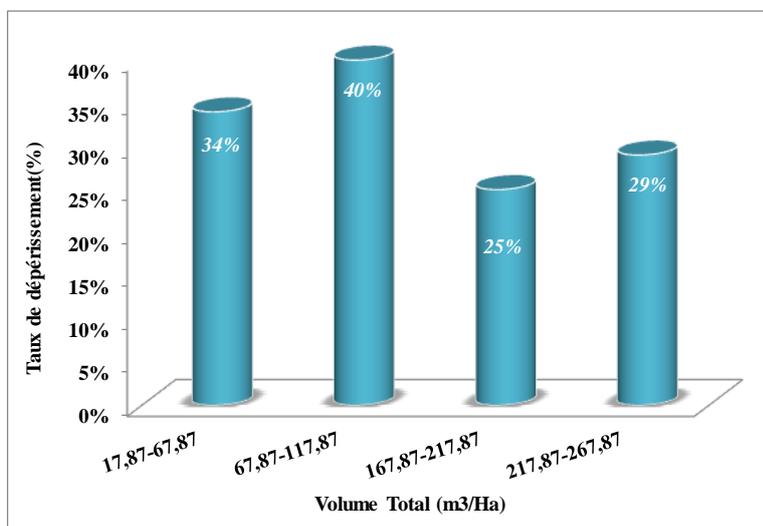


Fig.6.10 : Taux de dépérissement à travers les classes de volume total des peuplements de cèdre.

Conclusion générale

CONCLUSION

La cédraie de Theniet El Had, soumise à un étage bioclimatique subhumide à hiver froid, présente une diversité d'essences forestières à travers un étagement altitudinal nettement caractérisé. De part le pâturage et les coupes illicites, le dépérissement des tiges de cèdre, signalé depuis 1984, demeure pressant sans être encore circonscrit jusqu'alors.

A travers l'installation de vingt placettes temporaires, de formes circulaires et d'une superficie de 10 ares au sein des tâches de dépérissement sur le versant nord, essentiellement dans les cantons relevant de forts taux de dépérissement (Guerouaou et Pré-Benchohra) à faibles (Pépinière), 322 tiges de cèdre y sont recensées dont 99 dépéris soit un taux de 31% de peuplement recensé.

Les peuplements de cèdre présentent des hauteurs totales moyennes variant entre 8.59 et 25.38m avec une moyenne arithmétique égale à **16.70m**. Les circonférences totales moyennes varient entre 0.96 et 2.73m avec une moyenne arithmétique égale à **1.64m**. La surface terrière totale varie entre 0.58 et 19.11m avec une moyenne arithmétique de 9,85 m²/h. La densité présente une variabilité comprise entre 50 et 420 pieds/ha avec une moyenne arithmétique de **161pieds/ha**.

Les caractéristiques qualitatives descriptives relèvent que 55% des tiges présentent un fût d'au moins de 6m. Les maladies symptomatologiques du feuillage sont d'un taux de 31% identifiées par des chutes d'aiguilles, de dommage physique et d'aiguilles dépéris. Plus de 40% du peuplement recensé présente des dommages sur les houppiers, soit une situation fort compromettante de la croissance des tiges de cèdre.

De plus, dans le but de rechercher d'éventuelles relations entre le dépérissement et les conditions du milieu, au niveau des placettes d'étude, des variables dendrométriques sont mises en évidence à travers les facteurs stationnels récoltés au niveau des placettes d'étude. Il s'agit des facteurs d'*altitude*, d'*exposition*, de *microrelief* et de *pente*.

En conséquence, on relève que le dépérissement est largement recensé dans les basses altitudes (1325-1425 soit un taux de 37%), à des expositions (W.NW à NE soit un taux de 38%), sur un microrelief concave (38%) et sur des sols à pente supérieure à 10° (64%)

Ainsi, Pour mieux mettre en évidence l'influence des variables topographiques et dendrométriques sur le taux de dépérissement, l'analyse de la variance à un facteur au seuil de signification de 95%, a fait l'objet d'étude. Il en ressort que le taux de dépérissement ne présente aucune différence significative avec le potentiel de rétention d'eau exprimé par la topographie du microrelief de même que par l'inclinaison du terrain.

Les caractéristiques dendrométriques des cèdres dépéris ont fait l'objet d'analyse à travers les éventuelles relations avec la surface terrière, la hauteur dominante, la circonférence dominante, la densité totale et le volume total.

Le taux de dépérissement présente des différences non significatives avec la surface terrière totale du peuplement. La hauteur dominante et la circonférence dominante, la densité totale et le volume total, parmi les indices forts considérables de la fertilité stationnelles, ne présentent aucune corrélation avec le dépérissement. Ce résultat corrobore avec celui du taux de dépérissement en rapport avec les caractéristiques topographiques.

Ces résultats apportent des éléments d'informations qui constituent une banque de données fiables très utiles pour la compréhension du phénomène du dépérissement et la protection du cèdre et des écosystèmes des cédraies contres ce phénomène. En effet, il permet de déduire que les facteurs qui influent sur le taux de dépérissement restent toujours inconnus, pour cela, nous considérons que ce travail ne constitue qu'une première ébauche qui mérite d'être approfondit en vue d'aboutir à des résultats applicables.

En fin, Par le biais de ce modeste travail, on espère avoir pu répondre objectivement et rationnellement à l'attente du forestier et au souci du chercheur.

Références

Bibliographiques

REFERENCES 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. I.N.A. Alger, 106p.
- **ALLEN, CD., 2009.** Le dépérissement des forêts dû au climat : un phénomène planétaire croissant. *Unasylva* 231/232. 2009. Vol 60: 43-49.
- **ANONYME 1., 1984.** Notice sur les forêts des cèdres en Algérie. Ed. Girault, imprimerie du gouvernement général d'Algérie, 33p.
- **ANONYME 2., 1930.** Les parcs nationaux en Algérie, serveux et forêts comm-gen. Centenaire. Ed. Jules-Carbonnet. Alger; 9-18p.
- **ANONYME 3., 2006.** Atlas des parcs nationaux. Ed. Diwan. 91p.
- **ANONYME 4., 2010.** Guide de gestion des forêts en crise sanitaire. Office National des forêts. Paris, 100 p.
- **BARITEAU M., FERRANDES P. 1992.** Les Cèdres. In Gallais et Bannerot H. (Eds.) L'amélioration des espèces végétales cultivées. Inra, pp 732-743.
- **BATEL DJ., 1990.** Contribution à l'étude de la productivité du *Cedrus atlantica* (Manetti) en relation avec la station écologique. Th. Ing. Agro. INA, El-Harrach, Alger, 62p.
- **BECKER M., 1987.** Bilan de santé actuel et rétrospectif du sapin (*Abies alba* Mill.) dans les Vosges. Etude écologique et dendrochronologique. *Ann. Sci. For* 44 (4), 379-402.
- **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., 2006.** Croissance, productivité et aménagement des forêts de pin d'Alep (*Pinus halepensis* M) du massif d'Ouled yagoub (Khenechela- Aurès). Thèse Doctorat en Agronomie, Université El-Hadj-Lakhdar, faculté des sciences département d'agronomie, Batna, (2006) :116pp.
- **BONNEAU M et LANDMANN G., 1988.** De quoi la forêt est-elle malade ?. La Recherche, 1988. n°205
- **BOUAZZA K, 2011.** Etude écopédologique du dépérissement de *Cedrus atlantica* Manetti dans le parc national de Theniet El Had (W. Tissemsilt). Th. Magi. SNV. Univer, Tiaret, 85p.
- **BOUDY P., 1950.** Economie forestière du nord-africain monographie et traitement des essences forestière. Ed. Larousse. Paris. Tome II:529-612.
- **D'EON SP, MAGASI L.P, LACHANCE D, DESROCHERS O, 1995.** Réseau national de surveillance de l'état de santé des forêts au Canada Institut forestier national de Petawa (Ontario), pp26-66
- **EZZAHIRI, M. BELGHAZI, B. BAHMAD, M., 1994.** Bilan de la régénération naturelle de la Cédraie dans les parcelles clôturées du Moyen Atlas, Maroc. *Ann. Rech. For, Maroc.* 1994. T (27): 259-268.
- **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.
- **GAUDIN, S. 1996.** Dendrométrie des peuplements. Besançon : BTSA gestion forestière. 64p
- **GHIAR F., 1994.** Contribution à l'étude de la productivité du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* M) en fonction des facteurs stationnels à Tala-Guilef versant nord de Djurdjura. Thèse.ing. agro. INA, El-Harrach, 60p.
- **HADDAR L., 2007.** Analyse qualitative et quantitative de l'entomofaune de la cédraie du parc national de Chréa (Blida).Thèse.magi, INA, El-Harrach. Alger, 114p.

- **HADJI O., 1998.** Contribution à l'étude Eco physiologique du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* M) au parc nationale de Theniet El Had (Wilaya de Tissemsilt). Thèse. Magi. INA, El-Harrach, Alger, 147p.
- **HALITIM S., 2006.** Contribution à l'étude de la réserve utile en eau des sols de cédraies dans les Aurès: influence des facteurs édaphiques. Thèse. Magi. Agro. Univer, Batna, 138p.
- **HOUAMEL AC., 2012.** Contribution à l'étude du dépérissement de la cédraie dans la région de Batna (cas du parc national du Belezma).Thèse. Magi. Agro. Univer, Batna, 84p.
- **JACAMON M., 2001.** Guide de dendrologie: arbre, arbustes, arbrisseaux des forets Françaises. Ed. ENGRF. Nancy. 349p
- **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 de Belezema. Th. magi, agro, Univ, Batna, 348p.
- **LANDMANN, G. 1991.** Les recherches en France sur le dépérissement des forêts. Nancy (France) : ENGREF, 131p.
- **LANDMANN G., BONNEAU M., 1994.** Le dépérissement du sapin pectiné et de l'épicéa commun dans les montagnes françaises au cours des années 1980. Revue Forestière Française XLVI-5, 522-537.
- **LANDMANN G., 1994.** Concepts, définitions et caractéristiques générales des dépérissements forestiers. Revue forestière française. XLVI, numéro spécial « dépérissements d'arbres forestiers : causes connues et inconnues» .1994 :405-415.
- **LECOMTE H., RONDEUX J., 2002.** Les inventaires forestiers durable en région Wallonne, intégration d'indicateurs appropriés à l'inventaire permanent. Les cahiers forestiers de Gembloux. 2002 (b). N°27: 17p.
- **LEVY G., DELATOUR C., BECKER M., 1994.** Le dépérissement du chêne des années 1980 dans le centre de la France, point de départ d'une meilleure compréhension de l'équilibre et de la productivité de la chênaie. Revue forestier française, XLVI, numéro spécial « les dépérissements d'arbres forestiers : causes connues et inconnues. 1994: 495-503.
- **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.
- **M'HIRIT O., 1982.** Etude écologique et forestière des cédraies du Rif Marocain : Essai sur une approche multidimensionnelle de la phytoécologie et de la production du cèdre de l'atlas. Ann. Rech. For. Maroc2(1). 499p.
- **M'HIRIT O., BENZYANE M., 2006.** Le cèdre de l'Atlas: mémoire du temps. Ed. Mardaga. 288p.
- **MEZIANE B., 2008.** Contribution à l'évaluation d'une opération de lutte aérienne contre la chenille processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff) au niveau de cédraie de Theniet El Had (W. de Tissemsilt), Thèse. Ing, Agro., INA, 83p.
- **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.
- **NAGGAR O., 2010.** Etude symptomatique du dépérissement du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le Parc National de Theniet-El-Had (W. Tissemsilt). Thèse de Magister en foresterie, Université Abou Bakr Belkaid, Tlemcen, 157p.
- **PALM, R. 1977.** dendrométrie. Alger : INA, 112p.
- **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 Europeenne. BFH, EFI, 84p.

- **RIOU-NIVERT P., 2005.** Les résineux. Tome 02 : Ecologie et pathologie. Paris : I.D.F, 447p.
- **RONDEUX J. LECOMTE H. FLORKIN P. THIRON M., 2002.** L'inventaire permanent des ressources ligneuses de la région Wallonne : principaux aspects méthodologiques. Les cahiers forestiers de Gembloux. 2002. n°19 :22p.
- **RONDEUX J., FAGOT J., LAURENT C., LECOMTE H., TOUSSAINT A., 1986 .** Quelques données statistiques récentes sur la forêt wallonne. Bull. Soc. Roy. For. Belgique, 93, 1-22.
- **RONDEUX J, 1993.** La mesure des arbres et des peuplements forestiers Les presses agronomiques de GEMBLoux. Belgique, 521 p
- **SABATIER S., BARADAT P ET BARTHELEMY D. 2003.** Intra- and interspecific variations of polycyclism in young trees of *Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex. Carrière and *Cedrus libani* A. Rich (Pinaceae). Ann. For. Sci. (60): 19-29.
- **SARI D., 1977.** L'homme et l'érosion dans l'Ouarsenis; Ed. 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). Thèse magister en sciences de la nature. Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene, Alger.114pp.
- **SBABDJI M., 1997.** Contribution à l'étude de la perte de croissance de *Cedrus atlantica* Manetti suite aux attaques de la processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff).These. Magi, Agro., INA, 116p.
- **SELTZER P., 1946.** Le climat de l'Algérie. Inst-Météophysique. Université d'Alger, 219p.
- **TALBI Y, 2010.** contribution à l'étude des insectes associés au dépérissement du cèdre de l'atlas (*cedrus atlantica* m.) dans la région de batna : cas de la cedraie de belezma).These. Magi, Agro., univ., Batna, 100p.
- **TALEB ML, 2011.** 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. Magi, Agro., univ., Tiaret, 100p.
- **THIBAUT A. CLASSENS S. RONDEUX J., 2002.** Etablissement de courbes de productivité pour les peuplements de frêne (*Fraxinus excelsior* L) en région limono-calcaire du Condroz et de l'entre-Sambre-Meuse. Les cahiers forestiers de Gembloux. 2002. n°07 : 18p.
- **TOTH J, 1978.** La fructification et la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas dans le sud de la France. Thèse. doc.ing.faculté. Sc. Tech.jérom Marseille, 156p.
- **TOTH J, 1982.** Quelques éléments nouveaux pour mieux situer et caractériser le cèdre de l'Himalaya en France vis-à-vis du cèdre de l'Atlas et du cèdre du Liban en France méridionale. INRA. Bull. Soc. Et Sci. Nat. Vaucluse. Pp : 41-49.
- **TOTH J., 2005.** Le cèdre de France : Etude approfondie de l'espèce (Broché). Ed. Harmattan. Lille. 207p.
- **ZEDEK M., 1993.** Contribution à l'étude de la productivité de *Cedrus atlantica* Manetti (Cèdre de l'Atlas) dans le parc national de Theniet El Had. Th. Magi. INA, El-Harrach, Alger, 84p.
- **ZINE EL ABIDINE, 2003.** Le dépérissement des forêts au Maroc : analyse des causes et stratégie de lutte. Sécheresse 14 (4). John Libbey Eurotext. Pp : 209-218.
- **ZMIRLI M., 2006.** contribution à l'étude écodendrométrique du *Cedrus atlantica* Manetti (cèdre de l'Atlas) dépéris dans le parc national de Theniet el Had (w. Tissemsilt) Algérie. Th. Ing. Ibn Khaldoune,Tiaret, 57p.

ANNEXES

Annexe 01 : Exemple d'une Fiche descriptive de la placette

Exemple d'une Fiche descriptive de la placette

N° de placette: **Altitude:** **Exposition:** **Date :** **Canton:** **Microrelief:**
Pente:

Superficie (ares)	N° tiges	Espèce	C _{1,30m} (m)	Ht (m)	Hh (m)	Ft	Pc	Mf	Edh (%)
10 Ares									

Exemple d'une Fiche de référence

- **C_{1,30m}**: Circonférence à 1.30 m
- **Hh** : Hauteur du houppier
- **Htot** : Hauteur totale

➤ **Ft** : Formes de la tige :

- 0** : tige normale **2** : Cime tronquée **4** : Tige tordue
1 : Tige cassée **3** : tige fourchue **5** : Arbre incliné de plus de 15°

➤ **Pc** : Production des cônes :

- 0** : Aucun cône **2** : Faible **4** : Forte
1 : Très faible **3** : Moyenne

➤ **Mf** : Maladies des feuillages :

- 0** : Aucune maladies **2** : Dépérissement des feuilles
1 : Chute des aiguilles **3** : Dommages physiques

EDH : Evaluation des dégâts du houppier par tiers :

- 1** : 6 à 15% **2** : 15 à 25 % **3** : 25 à 35%
4 : 35 à 45% **5** : 45 à 55% **6** : 55 à 65%
7 : 65 à 75% **8** : 75 à 85% **9** : 85 à 100%

➤ **Espèces:** **CV**: chêne vert **CS** : cèdre sain **CD** : cèdre dépéris