



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique
المركز الجامعي احمد بن يحيى الوانشاريسي - تيسمسيلت
Centre Universitaire Ahmed Ben Yahia
El-Wancharissi - Tissemsilt



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

MEMOIRE

De fin d'études en vue de l'obtention du diplôme
de master académique en sciences de la nature et de la vie

Filière : **Ecologie et Environnement**

Spécialité : **Protection Des Ecosystèmes**

Présenté par : **BOUBTANA Kamel**

HAMANI Benmoussa

Thème

**Etude dynamique de la population des cochenilles et leurs dégâts
sur les aiguilles du cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica.M*) dans le
massif Ouarsenis (Parc national de Theniet El Had).**

Soutenu le, 28/09/2020

Devant les membres du jury :

MESBAH Amel	Président	MCB	CU-Tissemsilt
ABDELHAMID Djamel	Encadreur	MC	CU-Tissemsilt
DJETTI Tayeb	Examineur	MAB	CU-Tissemsilt

Année universitaire : 2019-2020

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



Dédicace

Je dédie ce travail :

A mes très chers parents.

A mes frères et sœurs.

*A mes chers amis : ibrahim , hichem, hakim, hamza,
abdelghani, mustapha, mohamed, mourad, walid, khalel,
aboubakre , mesoud , adel , abdou , salah , hakim, amine,
mamar , moh, mokhtar , zizou, boss, oussama , tariq ,
zakaria .*

*A tous mes collègues de la promotion et surtout hocine et
benmoussa(les deux frères)*

Kamel





Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

*À mes très chers parents qui m'ont toujours soutenu dans
mes études.*

À mes frères et sœurs et toute ma famille.

À mes chers amis.

À tous mes collègues de la promotion.

Benmoussa



Remerciements

A la fin de ce travail, nous remercions DIEU avant tout de nous avoir donné

Volonté, courage et patience pour mener à bien ce travail.

Au seuil de ce travail, nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à Mr.

ABDELHAMID Djamel pour son accord pour suivre et superviser les

différentes étapes de ce travail, et Mme. MESBAH Amel autant qu'une

président de jury, et Mr. DJETTI Tayeb autant qu'un examinateur.

Nous tenons à remercier du fond du cœur tous les employés du parc national

Thniet El had pour nous fournir tous les matériaux et moyens de transport

nécessaires, à exclusives : Mr. Hamid, Mr. Boualam, Mr. Bilal,

Mr. Noureddine, Mr. Mairif.

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction

Partie Bibliographique

CHAPITRE 01 : GENERALITES SUR LE CEDRE.

1.1. Présentation de l'espèce	4
1.2. Systématique du cèdre de l'Atlas	4
1.3. La répartition de cèdre de l'atlas	5
1.3.1. Dans le monde.....	5
1.3.2. Dans l'Afrique	6
1.3.2.1. Au Maroc	7
1.3.2.2. En Algérie.....	7
1.4. Aire d'introduction	7
1.5. Les caractères botaniques du cèdre de l'Atlas	7
1.6. L'écologie du Cèdre.....	8
1.6.1. L'étage de végétation	8
1.6.2. Le climat	8
1.6.3. Le substrat.....	8
1.7. Association de cèdre	9
1.8. Cycle de reproduction	10
1.9. Utilisation de cèdre	11
1.10. Les ennemis du Cèdre	11

CHAPITRE 02 : LEDEPERISSEMENT DE CEDRE DE L'ATLAS :

2.1. Généralité sur le dépérissement des arbres forestiers	13
2.1.1. Définition	13
2.1.2. Les symptômes du dépérissement	14
2.1.2.1. Sur aiguilles et feuilles	14

2.1.2.2. Les symptômes sur bourgeons, pousses et rameaux	14
2.1.2.3. Les symptômes sur troncs et branches	14
2.1.2.4. Les symptômes sur le bois	14
2.1.2.5. Les symptômes sur les racines	14
2.1.3. Les différents types de dépérissement	15
2.1.4. Causes liées au dépérissement	15
2.1.4.1. Facteurs prédisposants	15
2.1.4.2. Facteurs déclenchants	15
2.1.4.3. Facteurs aggravants	15
2.2. Le dépérissement de cèdre de l'atlas	16
2.2.1. Les phases de dépérissement de cèdre de l'atlas	16

CHAPITRE 03. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

3.1. Parc national de Theniet El Had	18
3.1.1. Historique	18
3.1.2. Superficie et localisation géographique	18
3.1.3. Relief et topographie.....	19
3.1.4. Conditions géologiques.....	19
3.1.5. Conditions climatiques.....	19
3.1.5.1 Températures.....	19
3.1.5.2. Précipitations.....	20
3.1.5.3. Les vents	22
3.1.5.4. Grêle	22
3.1.5.5. La neige	22
3.1.6. Conditions édaphiques	22
3.1.7. Réseau hydrographique.....	22
3.1.8. La flore	23
3.1.9. La faune.....	23

Partie Expérimental

CHAPITRE 04 : MATERIELS ET METHODE

4.1. Travail sur terrain	26
4.1.1. Les données stationnelles	26
4.1.1.1. Présentation des zones d'études	26
4.1.1.2. Mode d'échantillonnage	26
4.1.1.3. Matériels utilisé	29
4.1.2. Récolte des données	29

4.1.2.1. Fiche descriptive	29
4.1.3. Méthode utilisé	31
4.1.3.1. Les techniques de prélèvement des aiguilles	31
4.2. Travail au laboratoire	31
4.2.1. Evaluation des paramètres morphologiques	31
4.2.1.1. Dénombrement des aiguilles	31

CHAPITRE 05. RESULTATS ET DISCUSSIONS.

5.1. Traitement et analyse des données.....	34
5.2. L'analyse foliaire	34
5.3. L'analyse de la variance	34
5.4. L'échelle d'une station	34
5.4.1. Relation entre le nombre de bouquet et les stations.....	34
5.4.2. Relation entre le nombre des aiguilles et la station	36
5.4.3. Relation entre la longueur des aiguilles et la station	37
5.4.4. Relation entre le nombre de bouquet et l'orientation	38
5.4.5. Relation entre le nombre des aiguilles et l'orientation	40
5.4.6. Relation entre la longueur des aiguilles et l'orientation	41
5.5. Les cochenilles	44
5.5.1. <i>Leucaspis pini</i> H (Homoptera, Diaspididae)	45
5.5.2. <i>Dynaspidiotus regneri</i> B (Homoptera, Diaspididae)	46
5.5.3. <i>Chionaspis kabyliensis</i> B (Homoptera, Diaspididae)	47
5.6. Données foliaires	48
5.6.1. Relation entre la croissance et la masse foliaire	48
5.6.2. Comparaison des aiguilles sains/aiguilles attaqués	50
5.6.2.1. Comparaison Cardinale par station	50
5.6.2.2. Comparaison du nombre moyen des aiguilles par canton	52
5.6.2.3. Comparaison de la longueur moyenne des aiguilles Par canton.....	53

CONCLUSION

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES

Listedes tableaux

Tableau 01 : Caractères botaniques et biologiques des quatre espèces du cèdre.

Tableau 02 : L'association de cèdre.

Tableau 03 : Les caractéristiques des principaux ennemis des aiguilles de cèdre.

Tableau 04 : Températures moyennes mensuelles en °C de la zone d'étude (2001-2012), corrigées.

Tableau 05 : Moyennes des précipitations mensuelles de la zone d'étude (2001-2012), corrigées

Tableau 06 : Caractéristiques bioclimatiques de la zone d'étude.

Tableau 07 : Fiche technique des trois stations.

Tableau 08 : Variation de nombre des bouquets en fonction des stations.

Tableau 09 : L'analyse de la variance des stations.

Tableau 10 : Variation de nombre aiguilles de fonction des stations.

Tableau 11 : L'analyse de la variance des stations.

Tableau 12 : Variation de la longueur des aiguilles en fonction des stations.

Tableau 13 : L'analyse de la variance des stations.

Tableau 14 : Variation de nombre des bouquets en fonction des orientations.

Tableau 15 : L'analyse de la variance des stations.

Tableau 16 : Variation de nombre des aiguilles en fonction des orientations.

Tableau 17 : L'analyse de la variance des stations.

Tableau 18 : Variation de la longueur des aiguilles en fonction des orientations.

Tableau 19 : L'analyse de la variance de stations cardinales.

Tableau 20 : Comparaison et répartition cardinale des aiguilles.

Tableau 21 : La comparaison du nombre et de la longueur des aiguilles entre un arbre sain et l'autre déperi.

Liste des figures

- Fig.n°01** : Aire de répartition de genre *Cedrus*.
- Fig.n°02** : Aire de répartition de cèdre de l'atlas dans l'Afrique du nord.
- Fig. n°03** : Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* M).
- Fig. n°04** : Cône du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* M).
- Fig. n°05** : Cycle de reproduction du cèdre de l'Atlas.
- Fig. n°06** : L'apparition des taches de dépérissement sur le cèdre au niveau de la cédraie de Theniet El Had).
- Fig. n° 07** : Situation du parc national de Theniet El Had dans la wilaya de Tissemsilt.
- Fig. n°08** : Diagramme ombrothermique de parc national de Theniet El Had.
- Fig n° 09** : Climagramme schématisé d'EMBERGER (d'après QUEZEL et BARBERO, 1982).
- Fig. n° 10** : Localisation des stations de Theniet El Had.
- Fig.n°11** : Vue aérienne montrant la situation des 3 stations de la région de Theniet El Had (Google Earth 3D 2020).
- Fig.n°12** : Localisation des 03 stations dans le parc national de Thniet El Had.
- Fig. n°13** : Vue générale sur les stations d'étude.
- Fig. n°14** : Préparation des échantillons foliaires.
- Fig. n°15** : Variation de nombre des bouquets en fonction des stations.
- Fig. n°16** : Variation de nombre des aiguilles en fonction des stations.
- Fig. n°17** : Variation de la longueur des aiguilles en fonction des stations.
- Fig. n°18** : Variation de nombre des bouquets en fonction des orientations.
- Fig. n°19** : Variation de nombre des aiguilles en fonction des orientations.
- Fig. n°20** : Variation de la longueur des aiguilles en fonction des orientations.
- Fig. n°21** : Trois types de cochenilles vues par loupe sur des aiguilles de cèdre de l'atlas.
- Fig. n°22** : Morphologie de la cochenille de type *Leucaspis pini* H.
- Fig. n°23** : Morphologie de la cochenille de type *Dynaspidiotus regneri* B.
- Fig. n°24** : Morphologie de la cochenille de type *Chionaspis kabyliens* B.
- Fig. n°25** : Mesure de la longueur d'une aiguille.
- Fig. n°26** : La comparaison entre deux aiguilles de sujets sain et dépéri.
- Fig. n°27** : Comparaison Cardinale du Taux des aiguilles sains/aiguilles attaqués.
- Fig. n°28** : Comparaison Cardinale du Taux des aiguilles sains/aiguilles attaqués.
- Fig. n°29** : Comparaison Cardinale du Taux des aiguilles sains/aiguilles attaqués.
- Fig.n°30** : Comparaison Cardinale du Taux des aiguilles sains/aiguilles attaqués.
- Fig. n°31** : Comparaison du nombre moyen des aiguilles saines/aiguilles attaquées par canton.
- Fig. n°32** : Comparaison de la longueur moyenne des aiguilles saines/aiguilles attaquées par canton.

Liste des abréviations

an : Année

µm : Micromètre

ca : Calcium

Cm : Centimètre

D : Dépéri

G : Gramme

Ha : Hectare.

K : Potassium

M S : Matière sèche

m : Mètre.

m³ : Mètre cube

m : Température moyenne du mois le plus froid en °K.

M : Température moyenne du mois le plus chaud en °K.

Mg : Magnesium

ml : Milliliter

mn : Minute.

N: Azote

PNTH : Parc national de Theniet El Had.

P : Précipitation.

Q2 : Quotient pluviométrique d'EMBERGER.

S : Sain

T : Température.

Introduction

Introduction

Le problème de dépérissement des arbres forestiers résulte d'une détérioration générale et graduelle des différents types de tissus (**ZINE EL ABIDINE, 2003**). Il s'agit d'un affaiblissement généralisé de l'arbre, dont les causes sont souvent complexes et se caractérisant par des symptômes visibles sur le terrain notamment la mort des organes pérennes, et évolutifs (**BONNEAU, 1988**).

Le cèdre de l'atlas est une essence emblématique des montagnes de l'Afrique du Nord (**TOTH, 2005**). Cette espèce est actuellement en phase de déclin suite à un phénomène de dépérissement apparu au début des années 1980 (**ZEDEK, 1993 ; BENTOUATI ET BARITEAU, 2006**). Les causes de ce fléau restent à déterminer, quoique des hypothèses aient déjà émises. Parmi ces hypothèses, le stress hydrique apparaît comme une cause probable d'apparition de ce phénomène (**ZINE EL ABIDINE, 2003 ; SARMOUM, 2008**).

En effet, le stress hydrique peut affecter la physiologie de l'arbre (diminution de la croissance, jaunissement et perte des feuilles, accumulation des solutés) (**LARCHER, 1995**), en lui rendre vulnérable aux d'autres facteurs dégradants (champignons, insectes...etc.) (**RAOUAULT et al. 2006**).

Notre travail consiste à réaliser une étude sur la dynamique de population des cochenilles du cèdre de l'Atlas. Nous tentons de faire le lien entre les insectes suceurs de sève et le dépérissement par le biais de quelques paramètres de dénombrement et des mesures biométriques des aiguilles de cèdre. Notre travail est mené dans la cédraie de Theniet El Had. Le choix de cette zone est dicté par l'existence d'arbres dépéris depuis les années 80 (**ZEDEK, 1993 ; ABDELHAMID, 1992 ,1998 et SARMOUM, 2008**).

Ainsi, notre travail s'articule sur Cinq chapitres. Le premier traite de l'état de connaissances sur le cèdre de l'Atlas, le deuxième illustre des généralités sur le dépérissement et des généralités sur le stress hydrique. Nous avons regroupé dans un troisième et quatrième chapitre la présentation de la zone d'étude, du matériel et de la méthodologie du travail. Le cinquième chapitre est consacré à la présentation des résultats et de leur interprétation. Nous terminons notre travail par une conclusion générale.

Partie Bibliographique



CHAPITRE 01:

Généralités Sur Le Cèdre

1. Généralités sur le cèdre :

1.1. Présentation de l'espèce :

Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) est un essence forestière endémique des montagnes de l'Afrique du Nord, il constitue indiscutablement l'essence noble des forêts du Maroc et de l'Algérie.

1.2. Systématique du cèdre de l'Atlas :

Taxonomie :

Règne	Végétal.
Embranchement	Spermaphytes.
Sous embranchement	Gymnospermes.
Ordre	Conifères.
Sous ordre	Abiétales.
Classe	Conifères.
Famille	Pinacées.
Sous famille	Pinoïdés.
Genre	<i>Cedrus</i> .
Espèce	<i>Cedrus atlantica</i> Manetti.

Dénomination :

Nom scientifique	<i>Cedrus atlantica</i> Manetti
Nom français	Cèdre de l'Atlas
Nom Anglais	Atlas cedar
Nom Arabe	Meddad, El-raz

Les forestiers et les écologistes admettent l'existence de 4 espèces en prenant soin de préciser parfois leur nom ancien (**M'HIRIT, 1994a ; QUEZEL, 1998 ; TOTH, 1982-1984 in DERMATEAU, 2006**).

- *Cedrus atlantica* Manetti ou cèdre de l'Atlas.
- *Cedrus libani* Loudonou cèdre du Liban.
- *Cedrus brevifolia* Henry ou cèdre de Chypre.
- *Cedrus deodara* Loudou cèdre de l'Himalaya.

La première espèce fait l'objet de ce mémoire. Elle est endémique des montagnes nord Africaines. La seconde est présente en Asie mineure, au Liban et en Turquie. La répartition de *Cedrus brevifolia* est plus confidentielle. En effet, elle ne couvre que quelques dizaines d'hectares dans l'île de Chypre. Enfin, *Cedrus deodara* est la plus répandue des espèces, elle peuple une partie de l'Inde, de l'Afghanistan et du Népal (**TOTH, 2005**).

Tableau 01 : Caractères botaniques et biologiques des quatre espèces du cèdre (TOTH, 2005).

Espèces	<i>C. atlantica</i>	<i>C. libani</i>	<i>C. Brevifolia</i>	<i>C. deodara</i>
Taille des aiguilles (cm)	1 à 2.5	1 à 3.5	0.5 à 1.5	2 à 6
Cônes_longueur (cm)	5 à 8	8 à 12	5 à 10	7 à 13
- diamètre (cm)	3 à 5	3 à 6	3 à 6	5 à 9
Graine - longueur (cm)	0.8 à 1.3	1 à 1.4	0.8 à 1.4	1 à 1.5
- envergure (cm)	2.5 à 3.5	3.5 à 4	3 à 4	3.5 à 4.5
Epoque de pollinisation	Mi - septembre	Mi- septembre	Début septembre	Début novembre
Durée de maturité	2 ans	2 ans	2 ans	1 an

1.3. La répartition de cèdre de l'atlas :

Deux paramètres régissent l'aire de répartition du cèdre:

- la diversité des conditions climatiques (variabilité climatique).
- la variabilité géographique.

1.3.1. Dans le monde :

Le genre *Cedrus* comprend quatre espèces : cèdre de l'Atlas, cèdre de Liban, cèdre de Chypre et cèdre de l'Himalaya (BOUDY, 1950).

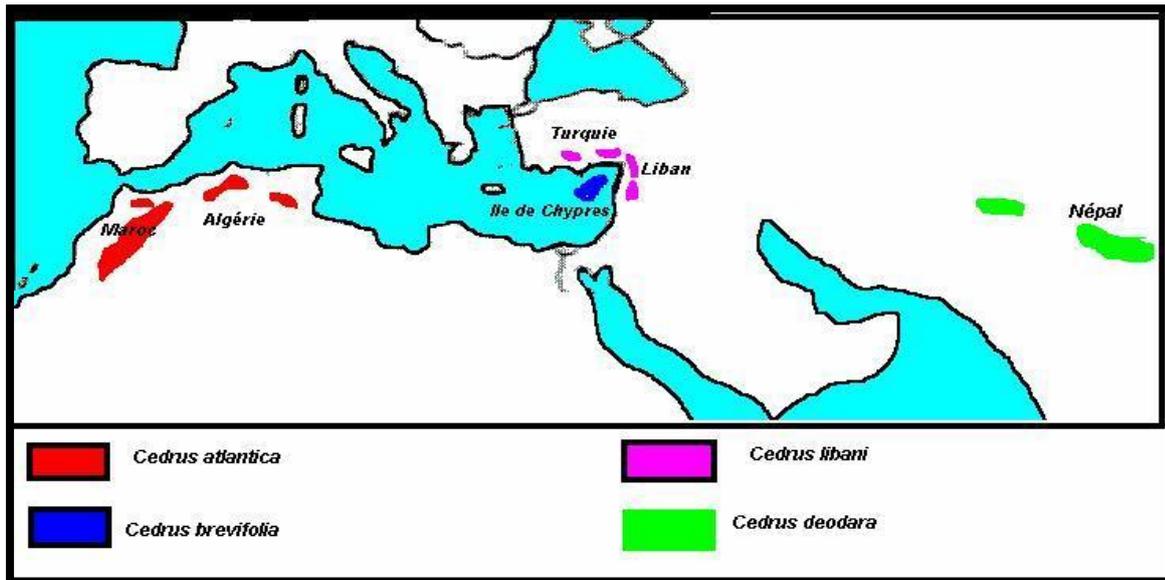


Fig. n°01 : Aire de répartition de genre *Cedrus* (ANONYME, 2001 in RAHMANI, 2003 in TEGHRINI, 2006).

1.3.2. Dans l’Afrique :

A l’état naturel, le cèdre de l’Atlas se rencontre uniquement en Afrique du Nord. Il se retrouve en Algérie et au Maroc.

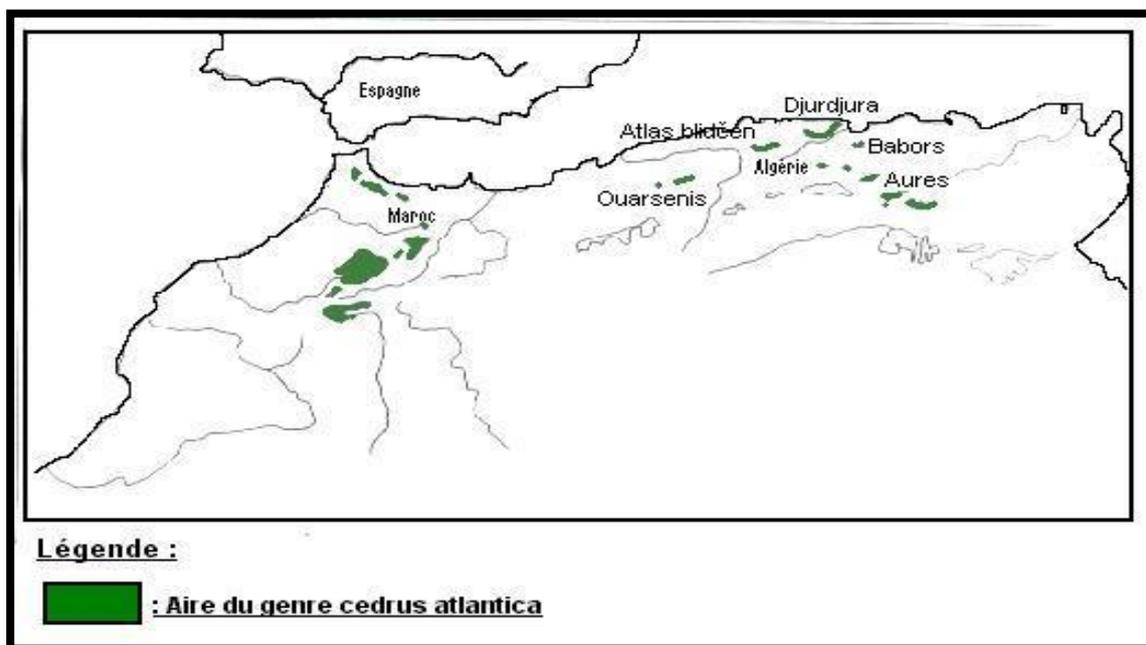


Fig. n°02: Aire de répartition de cèdre d’Atlas dans l’Afrique du nord (QUEZEL, 2000 in DEMARTEAU ,2006).

1.3.2.1. Au Maroc :

Le cèdre de l'Atlas occupe une superficie de 90.000 hectares répartis en deux blocs d'inégale importance (**QUEZEL ,2003**) :

- le Rif avec 16 000 hectares
 - le Moyen Atlas et le Haut Atlas oriental avec 116 000 hectares
- (**EMBERGER, 1960**).

1.3.2.2. En Algérie :

Le cèdre couvre 30 400 hectares(**BOUDY, 1950**) soit 1,3% de la superficie forestière du pays.

- sur l'Atlas Tellien, on rencontre les cédraies du Djurdjura (2 000 Ha), des Babors (1 300 Ha), de l'Ouarsenis (1 100 Ha) et de l'Atlas Blidéen (1 000 Ha).
- sur l'Atlas Saharien, le cèdre constitue d'importants peuplements dans les Aurès et le Bézema (17000 Ha) ainsi que dans les Monts du Hodna (8 000 Ha).

1.4. Aire d'introduction :

Le cèdre, notamment de l'Atlas a été introduit par l'homme dans divers pays méditerranéens et autres au cours des derniers siècles ; d'abord comme arbre ornemental des parcs et jardins, puis comme espèce de reboisement. Les raisons de son introduction sont multiples : Espèce de reboisement rustique vis-à-vis du climat et du sol, plastique, résistante aux incendies, capacité de régénération naturelle suffisante, non acidifiante (**Du Merle et al, 1978in NEZZAR KEBAILI ,2009**).

1.5. Les caractères botaniques du cèdre de l'Atlas :

- L'Arbre adulte est de grande taille allant jusqu'à 40 m de hauteur. Son port est pyramidal dans sa jeunesse (les ramifications du premier ordre sont souvent dressées).
- A un âge avancé, le cèdre diminue sa dominance apicale sur la flèche, la partie supérieure de la cime se trouvant ainsi sur un plan presque horizontal.
- La longévité du cèdre de l'Atlas est remarquable (7 à 8 siècles) (**BOUDY, 1952**) rapporte qu'il n'est pas rare de rencontrer au Maroc des cèdres de plus de 300 ans avec une hauteur de 50 m et une circonférence de 5 à 6 m.
- Les feuilles ou aiguilles sont persistantes, réunies en bouquets de 20 à 30 sur des rameaux très Courts. Leur apex est longuement corné. Leur longueur varie de 1 à 2 cm(**BOUDY, 1952**).
- Les cônes mûrs sont ovoïdes cylindriques, dressés, déprimés au sommet, de couleur brunâtre, longs de 5-8 cm et composés d'écailles ligneuses et étroitement imbriquées. (**RIOU-NIVERT, 2007**).

- Le cèdre de l'Atlas est une espèce monoïque, avec les deux inflorescences, mâle et femelle séparés sur le même pied.
- Les rameaux jeunes sont densément pubescents, ceux du premier ordre sont redressés (QUEZEL, 1998, DEBAZAC, 1964 in NEZZAR KEBAILI, 2009).



Fig. n°03 : Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* M).



Fig. n°04 : Cône du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* M). (Hamamni B, 2020)

1.6. L'écologie du Cèdre :

1.6.1. L'étage de végétation :

Il est largement réparti dans les étages bioclimatiques subhumides et humides à hiver frais où il trouve des conditions plus favorables à sa croissance.

1.6.2. Le climat :

Il supporte de fortes sécheresses non prolongées, adaptées aux climats hydriques irréguliers (années sèches alternant avec années humides) régulation stomatique tardive pouvant causer un dessèchement de la cime surtout à basse altitude, ainsi supportant bien les hivers froids.

1.6.3. Le substrat :

Il accepte tous types de sols (pH 4 à 8) craignant l'excès d'argile (sol asphyxiant et mal drainé ainsi que l'excès de magnésie sur calcaire dolomitique ; il préfère les sols meubles (éboulis, cailloutis) et sols développés sur roches fissurées (système racinaire pivotant et puissant).

1.7. Association de cèdre :

- L'association de cèdre de l'atlas présente deux faciès bien distincts (BOUDY, 1950).
Un faciès relativement sec en Algérie et au Maroc dans le grand Atlas oriental
avec : *Juniperus communis*, *Bulpleurum spinosum*, *Ephedrane brodensis*, *Quercus ilex*,
Ilex aquifolium, *Taxus baccata*.
- Un faciès humide au Maroc : avec abondance de *Quercus ilex*.
Le même auteur ajoute qu'en Algérie, le cèdre de l'atlas se trouve en mélange aux altitudes inférieures, avec le chêne vert et aux altitudes supérieures avec le chêne zeen (Babors, Theniet El Had) aux limites supérieures de son aire écologique dans les Aurès, il est associé au genévrier Thurifère.

Tableau 02 : l'association de cèdre de l'Atlas. (BELBAHRI, 1981 in FRITAH, 1984 in KACHA, 2009)

Nom Latin	Nom Commun
- <i>Cedrus atlantica</i> Manetti	-Cèdre de l'Atlas
- <i>Taxus baccata</i>	-If commun
- <i>Juniperus thurifera</i>	-Genévrier thurifère
- <i>Fraxinus xanthoxyloides</i>	-Frêne dimorphe
- <i>Quercus ilex</i>	-Chêne vert
- <i>Pinus halepensis</i>	-Pin d'Alep
- <i>Amplodesmamauritanica</i>	-Diss
- <i>Genistatricuspidata</i>	-Genêt à trois pointes
- <i>Sorbus aria</i>	-Sorbier
- <i>Juniperus phoenicea</i>	-Genévrier de phénicié
- <i>Cistus villosus</i>	-Ciste Velu
- <i>Acer monspessulanum</i>	-Erable de Montpellier

La faune est également très variée. Voici un petit aperçu des animaux que la cédraie abrite :

- Les mammifères, avec entre autres le renard roux, le magot de Barbarie, le sanglier, le cerf élaphe.
- Les oiseaux, aussi bien des sédentaires : l'aigle botte, le milan noir, le coucou gris, la chouette hulotte, des pics, des mésanges,... que des migrants : des pouillots, des grives.
- Les amphibiens et reptiles, parmi lesquels la salamandre d'Afrique du Nord, des crapauds (communs, de Mauretanie, verts), des grenouilles (rainettes, vertes d'Afrique), une tortue d'eau douce, des lézards, un orvet, des couleuvres (fer a Cheval, a collier,...).

1.8. Cycle de reproduction :

Le cycle de reproduction, de la production des graines jusqu'à leur dissémination, s'étale sur 3 années. Il peut se résumer en :

- Année 1 : apparition des cônes, floraison et pollinisation.
- Année 2 : fécondation des ovules par les gamètes mâles et croissance des cônes.
- Année 3 : Maturation des cônes et leur désarticulation, dissémination des graines (DERMATEAU, 2006).

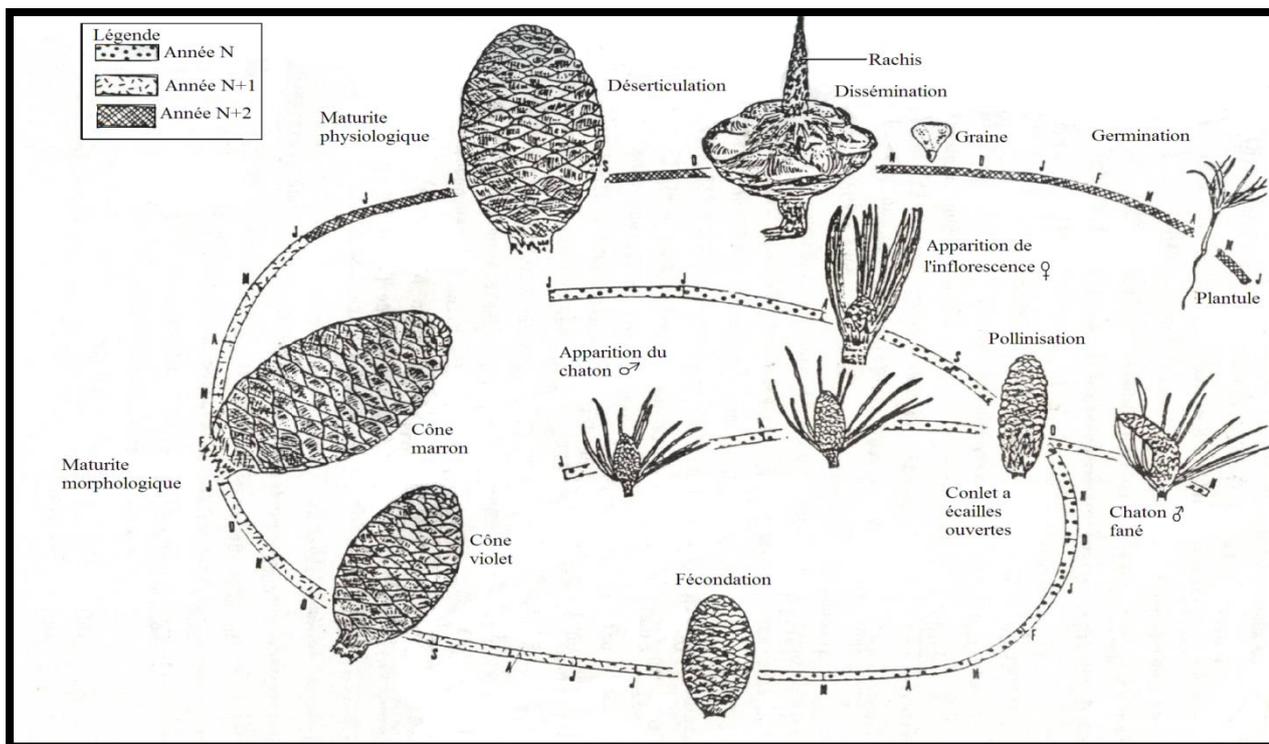


Fig. n°05 : Cycle de reproduction du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* M) (TOTH, 2005).

1.9. Utilisation de cèdre :

1- Paysage: Arbre de grande valeur esthétique, au port remarquable très largement apprécié; forment des forêts d'agrément très riches en oiseaux et à la flore variée.

2- Protection des sols: Reconstitution des milieux forestiers dégradés grâce à leur relative rusticité et à leur capacité de dissémination naturelle.

3- Protection contre les incendies: Feuillage peu à modérément inflammable constituent une litière très compacte et très peu combustible; les boisements denses de Cèdres au couvert sombre, sont très résistants au feu. Les zones incendiées sont en outre assez rapidement colonisées par les semis naturels.

4-productivité : 3-12 m3 /ha /an

1.10. Les ennemis du Cèdre

Plusieurs facteurs font pression sur les cédraies, les principaux sont les facteurs climatiques, écologiques et anthropiques. Ses ennemis naturels sont quelques-uns des insectes, mammifères et oiseaux, des champignons et des végétaux parasites.

Mais c'est sans conteste l'homme qui lui cause le plus de dégâts. Il pratique dans les cédraies de manière trop intensive la coupe, le défrichage et le parcours (El YOUSFI, 1994 in DEMARTEAU, 2006).

Tableau 03 : Les caractéristiques des principaux ennemis des aiguilles de cèdre (RIOU-NIVERT, 2005).

Nom	Organes attaqués	Particularité biologique	Diagnostic
<i>Epinotiacedicida</i> (tordeuse du cèdre)	cèdres	optimum : moyenne altitude.	- feuillage jaune brun en avril.
<i>Cedrobium laportei</i> (puceron du cèdre de l'atlas)	aiguilles, pousses.	population au printemps et automne (surtout basses altitudes)	- brunissement et chute des aiguilles - dessèchement des branches et de la cime.
<i>Cenara cedri</i> (puceron cendré du cèdre).	aiguilles.	associe à <i>Cedrobium</i> .	- gros puceron (2 à 3 mm) brunrougeâtre.

CHAPITRE 02:

Le dépérissement de cèdre de l'atlas

2.1. Généralité sur le dépérissement des arbres forestiers :

2.1.1. Définition :

Le mot dépérissement est avant tout un terme de symptomatologie. Il traduit une altération durable de l'aspect extérieur des arbres (mortalité d'organes pérennes, réduction de la qualité et la quantité du feuillage) et une réduction de la croissance. La mort d'un certain nombre de sujets est observée, mais l'issue n'est pas obligatoirement fatale même si la situation est préoccupante (AVEYRON et TARN, 2007 in SAADI, 2008)

En effet, on considère qu'un arbre est dépérissant lorsqu'il dispose d'un houppier ayant perdu plus de 50% de ramification (mortalité, chute, réduction) (RIOU-NIVERT, 2005)



Fig. n°06 : L'apparition de dépérissement sur le cèdre au niveau de la cédraie de Theniet El Had. (Boubtana K,2020)

2.1.2. Les symptômes du dépérissement :

Le dépérissement des arbres forestiers est un phénomène complexe dont les facteurs responsables peuvent être très diversifiés et non aisément identifiables et hiérarchisables.

Le dépérissement forestier est généralement apprécié par deux symptômes macroscopiques :

La défoliation et le jaunissement du feuillage. Selon (RIOU-NIVERT, 2005) les symptômes sont observés sur toutes les parties de l'arbre.

2.1.2.1. Sur aiguilles et feuilles :

- Décoloration jaunâtre, brunâtre et rougeâtre (chloroses) en tache sur l'ensemble de l'aiguille ou de la feuille.
- Chute prématurée (décoloration précoce), éclaircissement.
- Flétrissement
- Déformation des feuilles : les feuilles tendent alors à s'enrouler sur elle-même

2.1.2.2. Les symptômes sur bourgeons, pousses et rameaux :

- Brunissement et chute de bourgeons, pousses et rameaux
- Décoloration jaunâtre, dénudement, dépérissement progressif en commençant par les plus fins.
- Réduction générale de la croissance.
- Flétrissement, débordement des bourgeons terminaux plus tardif.

2.1.2.3. Les symptômes sur troncs et branches :

- Décoloration jaunâtre
- Flétrissement et chute.
- L'apparition des bourgeons donne à l'arbre un aspect échevelé chez les résineux où les branches dénudées sur des centimètres ne portent qu'un bouquet de feuille sur les extrémités.
- Fissure, nécrose de l'écorce, écoulement de mucilage, de gomme et de résine, chancre et présence de galeries.
- Réduction de la taille et de diamètre de l'arbre.

2.1.2.4. Les symptômes sur le bois

- Le duramen ou bois parfait sec et clair normalement, mais dans ce cas il est mouillé et devint brunâtre à odeur désagréable
- Humidité pathogène du bois de racine et du tronc
- Présence de fructification de champignons ou d'insectes à divers stades évolutifs.

2.1.2.5. Les symptômes sur les racines :

- Pourrissement du chevelu racinaire et absence de garniture mycorhizienne.

2.1.3. Les différents types de dépérissement :

Le dépérissement de cèdre est un phénomène dont la gravité doit être soulignée.

(DELATOUR, 1983) cité par (ABDELHAMID, 1992) distingue trois types de dépérissement selon leur évolution :

1. le dépérissement brusque, qui se développe en quelques semaines et se traduit par le dessèchement des feuilles restées pendantes.
2. le dépérissement rapide, qui se développe en une à deux années tout en entraînant une mort brusque de l'arbre.
3. le dépérissement lent, qui s'étale sur plusieurs années, affecte essentiellement les arbres âgés de 80 à 100 ans.

2.1.4. Causes liées au dépérissement :

Le dépérissement est considéré comme un enchaînement d'évènements défavorables au niveau desquels on distingue deux principales phases. La première phase au cours de laquelle l'arbre subit des affaiblissements plus ou moins prononcés. La seconde phase au cours de laquelle l'installation de parasites étant alors possible, ce qui entraîne par conséquent des dégâts puis l'achèvement de l'arbre (DELATOUR, 1983 in ABDELHAMID, 1992).

Les facteurs mis en causes peuvent être classés en trois types, hiérarchisés comme suit : facteurs prédisposants, déclenchants et aggravants ; ces facteurs provoquent l'affaiblissement de l'arbre et parfois même sa mort (HOUSTON, 1980 in KACHA, 2009).

Les facteurs impliqués dans le dépérissement des résineux peuvent être classés en :

2.1.4.1. Facteurs prédisposant :

Ce sont des facteurs toujours présents qui agissent à long terme par la réduction de la vigueur de l'arbre. Il s'agit de facteurs tels que : changements climatiques, station à faible réserves en eau, sols peu fertiles, sénescence du peuplement, site à exposition sud.

2.1.4.2. Facteurs déclenchants :

Ce sont des facteurs qui favorisent l'apparition des symptômes. Ils peuvent être d'origine abiotique (accidents climatiques) ou d'origine biotique (insectes défoliateurs ou agents cryptogamiques primaires).

2.1.4.3. Facteurs aggravants :

Ce sont des facteurs qui provoquent des symptômes relativement visibles et identifiables. Ces types de dépérissement sont dans l'ensemble signalés dans les cédraies d'Algérie (Cédraies de l'Atlas Tellien et du Belezma).

La présence d'un complexe parasitaire de faiblesse conduisant les peuplements à une mort certaine tout en supposant que les peuplements ont subi au préalable une perte de vigueur résultant de l'action des facteurs suivants :

- Le climat ;
- Action des incendies ;
- Sénescences des peuplements ;
- Surpâturage ;
- Action des insectes défoliateurs ;

Facteurs anthropiques et surtout l'absence de sylviculture adéquate.

2.2. Le dépérissement de cèdre de l'Atlas :

Le dépérissement des cédraies à *Cedrus atlantica* dans le Moyen Atlas, déclenché depuis 2001, n'échappe pas à cette règle.

En Algérie, le dépérissement des cédraies a été signalé sur de nombreuses forêts algériennes, en particulier celle de Belezma, de Chréa et de Theniet El Had.

Des écrits rapportés par (**BOUDY, 1950**) indiquent pendant la période de sécheresse persistante de 1875 à 1888, des peuplements entiers ont dépéri. Les cédraies, après avoir décliné, n'ont pas résisté à des invasions de Bostryches.

En général, le dépérissement commençait par la cime de l'arbre et progressait vers la partie inférieure (descente de la cime) avec un certain écoulement de la résine sur les troncs. Si le critère écoulement de la résine a été abandonnée, le degré de dessèchement de la cime des arbres a été néanmoins retenu pour la distinction des classes de dépérissement, et en absence de tout dessèchement des cimes des cèdres sur des arbres en cours d'attaque, nous avons essayé de combiner l'état du feuillage des arbres et la présence des trous de sortie d'insectes ou/et de leurs symptômes sur le tronc de ces mêmes arbres.

Mais bien qu'il soit normal que toute atteinte à la santé de l'arbre se manifeste au niveau du feuillage, nous avons constaté que, dans le cas actuel du dépérissement du cèdre, la relation entre les deux symptômes n'est pas toujours évidente. En effet, des arbres avec des trous de sortie des xylophages ne présentent pas toujours un feuillage anormal. Cela dépend probablement d'un certain nombre de facteurs dans le milieu qui agissent sur la vigueur de l'arbre.

2.2.1. Les phases de dépérissement de cèdre de l'atlas :

A ce jour ce phénomène a été décrit suivant trois phases, dont la durée n'a jamais été fixée (**RAHMANI, 2003**).

1^{ère} Phase :

Dessèchement de la cime.

Début de décoloration du feuillage.

2^{ème} phase :

Décoloration du feuillage.

Dessèchement total de l'arbre.

Qualité du bois non encore altérée.

3^{ème} phase :

Affaiblissement total de l'arbre.

Attaques secondaires intenses d'insectes et champignons.

Bois inutilisable.

Tronc constitue un réservoir de pathogènes.

CHAPITRE 03:

Présentation des zones d'étude

3. Présentation des zones d'étude :

3.1. Parc national de Theniet El Had:

3.1.1. Historique :

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

En avril 1843, le génie militaire entama une importante exploitation abusive des beaux peuplements de cèdres, sans respecter les mesures, sans ordre et sans se rendre compte des difficultés de transport dans la mesure où des arbres énormes furent ainsi abattus et laissés sur place (ZEDEK, 1993 in BELLAG, 2009).

En 1870 et en 1885 on assista à une exploitation importante du service forestier portant sur des bois vendus par adjudication publique ; cette vente sera un échec (ZEDEK, 1993 in BELLAG, 2009).

Cette merveille naturelle attira le délégué financier JORDAN qui construisit alors un chalet au Rond Point en 1987 et l'utilisa pendant 36 années consécutives pour y venir passer l'été avec sa famille (BONNEVAL, 1930 in ZEDEK, 1993 in BELLAG, 2009).

Toutefois, quelques incendies graves ont affecté les beaux peuplements de chêne liège du versant sud de la cédraie essentiellement en 1902, 1903 et 1905 sur une superficie évaluée respectivement à 400,155 et 130ha (ZEDEK, 1984 in ZEDEK, 1993 in BELLAG, 2009).

Le 03 Août 1923, la forêt de cèdre fût le premier parc en Algérie à être créée, cette création fût l'objet d'un arrêté gouvernemental sur une superficie de 1563ha prélevé de la forêt domaniale des cèdres (ANONYME, 1930 in ZEDEK, 1993 in BELLAG, 2009).

En 1970 le service forestier entama une exploitation de 500m³ de bois d'œuvre de cèdre (ZEDEK, 1984 in ZEDEK, 1993 in BELLAG, 2009).

Le 23 juillet 1983, le gouvernement proclama la forêt comme parc national par décret présidentiel N° 83-459 sur une superficie de 3424ha (BELLAG, 2009).

3.1.2. Superficie et localisation géographique :

La zone d'étude est située dans le parc national de Theniet El Had étalé dans la région septentrionale (Nord) des monts de l'Ouarsenis d'une superficie de 3424ha.

La forêt occupe les deux versants de Djebel el Meddad qui fait partie de la chaîne sud de l'Atlas Tellien, elle se trouve tout entière dans le Douar el Meddad de la commune de Theniet-el-had et située à la partie sud-ouest de la ville à une distance de 1,8Km ; Le versant nord du Djebel el Meddad occupant les 2/3 de l'aire totale.

Les coordonnées géographiques du parc national sont les suivantes :

35° 54' 4'' et 35° 49' 41'' de latitude nord.

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

CHAPITRE 03 : Présentation des zones d'étude

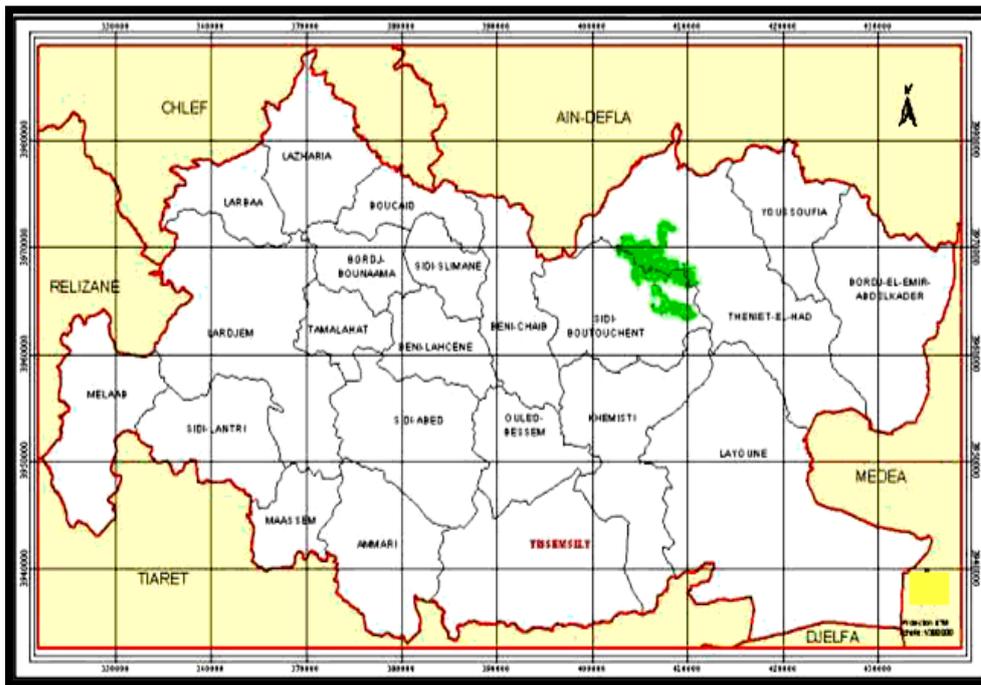


Fig. n°07: Situation du parc national de Theniet El Had dans la wilaya de Tissemsilt. (P.N.T.H)

3.1.3. Relief et topographie :

Le territoire du parc présente trois expositions principales : Nord, Sud et Ouest. C'est une zone de plaines continentales, caractérisées par des reliefs montagneux. Le point culminant est celui de Ras El Braret avec une altitude de 1786m. Le point le plus bas est de 900m d'altitude dans le versant nord du parc. L'altitude moyenne est de 1550m. Sur la crête on trouve des surfaces dénudées et des formations rocheuses. Les pentes comprises entre 25 et 50%, caractérisent environ 56% de la superficie totale. Elles sont fortes sur le versant nord et abrupt sur le versant sud (BOUDY, 1955).

3.1.4. Conditions géologiques :

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

3.1.5. Conditions climatiques :

3.1.5.1. Températures :

La température est l'élément du climat le plus important (DAJOZ, 2000), car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés des êtres vivants dans la biosphère. Les arthropodes en général ainsi que d'autres invertébrés susceptibles d'être exposés à une phase de gel ou de chaleur excessive au cours de leur cycle vital, subissent des arrêts de développement chez les

CHAPITRE 03 : Présentation des zones d'étude

jeunes stades ou d'activité chez les adultes pendant ces périodes défavorables (RAMADE, 2003).

Tableau 04 : Températures moyennes mensuelles en °C de la zone d'étude (2001-2012), corrigées. (FODIL et al., 2012).

	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Juin.	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Moy. Températures minimales (°C).	-0,2	0,0	2,3	3,9	7,4	12,7	16,6	16,6	12,7	9,1	3,7	0,8
Moy. Températures maximales (°C).	9,6	10,4	14,5	17,1	21,9	29,7	34,0	33,2	26,9	21,9	13,9	10,0
Moy. Températures mensuelles (°C).	4,7	5,2	8,4	10,5	14,6	21,2	25,3	24,9	19,8	15,5	8,8	5,4

3.1.5.2. La précipitation :

L'influence des précipitations est toute aussi importante que celle des températures; c'est surtout leur répartition le long de l'année qui est déterminante à la dynamique de la végétation. La quantité moyenne des pluies obtenue dans la zone d'étude après extrapolation est de : Station de Theniet el had (altitude 1160m) P = 628mm.

Tableau 05 : Moyennes des précipitations mensuelles de la zone d'étude (2001-2012), corrigées. (FODIL et al., 2012).

	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai.	Juin.	Juil.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	P mm/an Cumul.
Précipitation (en mm.)	50,7	56,5	36,2	58,8	42,9	12,4	4,7	12,9	53,2	55,7	52,9	56,8	493,7

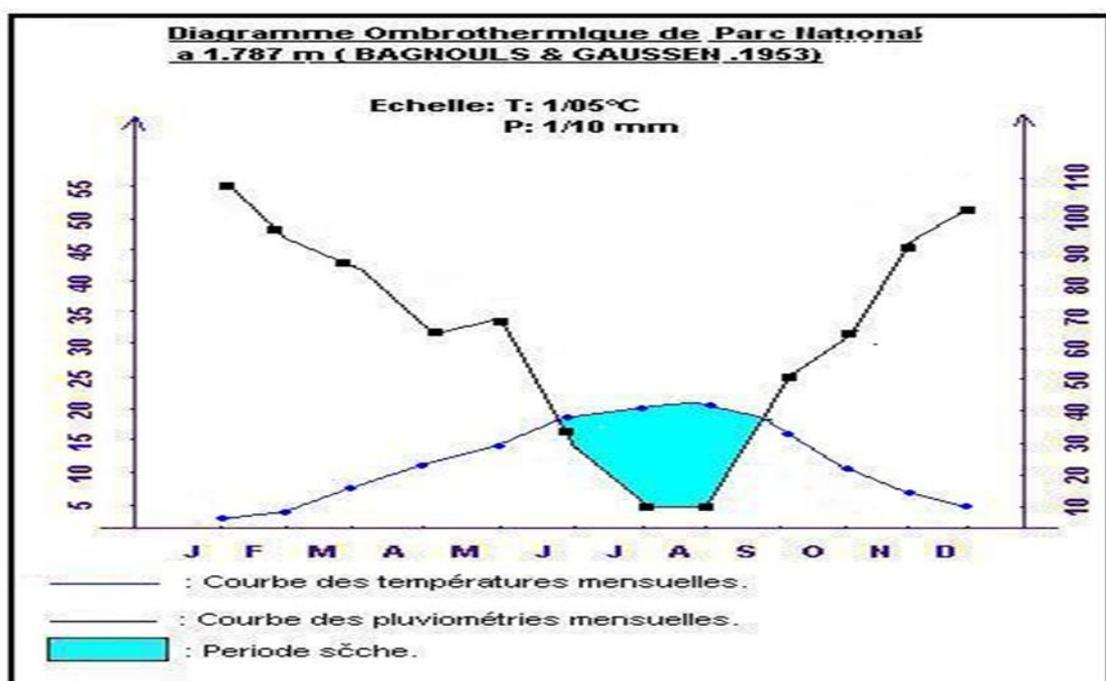


Fig. n° 08 : Diagramme ombrothermique de parc national de ThenietEl Had

CHAPITRE 03 : Présentation des zones d'étude

- **Climagramme d'EMBERGER :**

C'est la classification la plus utilisée dans la région méditerranéenne. Cette méthode consiste à porter dans un diagramme appelé climagramme **d'EMBERGER (1955)** deux variables. En abscisses nous portons les moyennes des températures minimales du mois le plus froid (m) en °C et en ordonnées nous portons Q₃ (tableau 06). D'après Stewart (1969) le quotient pluviométrique d'Emberger a pour expression :

$$Q_3 = 3,43 P / (M - m).$$

Q₃ : Quotient pluviométrique d'Emberger.

P : Somme des précipitations annuelles exprimées en mm.

M : Moyenne des températures maxima du mois le plus chaud exprimées en °C.

m : Moyenne des minima du mois le plus froid exprimées en °C.

3,43 : Coefficient de Stewart établi pour l'Algérie.

Tableau 06 : Caractéristiques bioclimatiques de la zone d'étude. (FODIL et al.. 2012).

Station	P (mm)	M (°C)	m (°C)	Q ₃	Bioclimat	Variante
Parc National de Théniet El.Had	493.7	34,0	-0.2°C	49.5	Semi-aride	Hiver froid

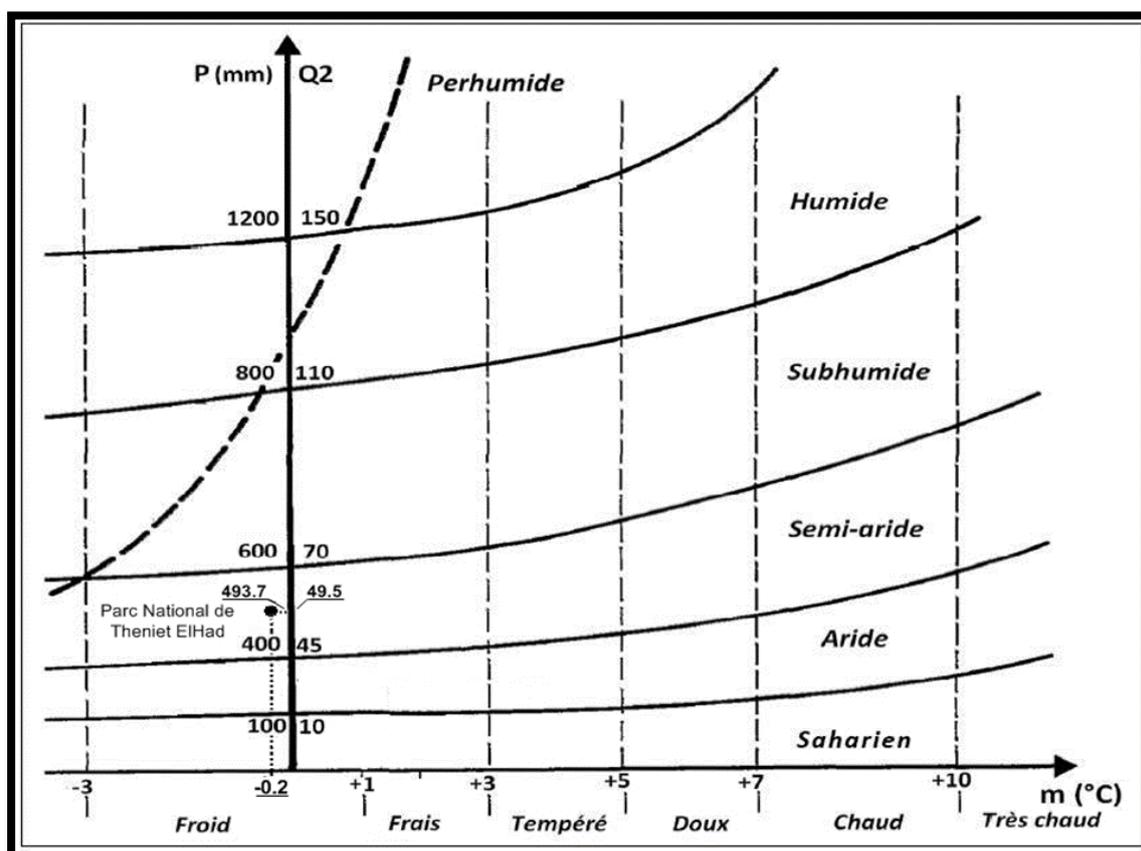


Fig n°09 : Climagramme schématisé d'EMBERGER (d'après QUEZEL et BARBERO, 1982 in FODIL et al.. 2012).

CHAPITRE 03 : Présentation des zones d'étude

La projection des paramètres m (en abscisses) et Q_3 (en ordonnées) sur le climagramme d'EMBERGER montre que le Parc National de Théniet El Had appartient au bioclimat semi-aride à hiver froid (Fig n°09).

3.1.5.3. Les vents :

Selon **SELTZER (1946)**, les vents dominants sont ceux de direction Nord-Ouest (N.W) et Nord (N) respectivement avec une fréquence moyenne de 28 et 17.

Ces vents ont une action desséchante sur le phénomène de transpiration de la cédraie surtout en période estivale. Parfois ils contribuent à la destruction de quelques sujets dépérissant (chablis) surtout sur les hautes cimes.

3.1.5.4. Grêle :

La fréquence de grêle est faible durant toute l'année (**SELTZER, 1946**). La diminution de celle-ci est remarquée avec la période estivale ce qui explique l'influence des hautes températures en altitude sur l'apparition de grêle.

3.1.5.5. La neige :

Vu l'existence de la zone dans les hautes altitudes, la chute de neige est très intense surtout dans la période hivernale, ainsi on constate que ce phénomène est remarqué entre la ville et la forêt. La neige persiste jusqu'à l'arrivée du printemps.

3.1.6. Conditions édaphiques :

Les sols des crêtes sont des sols squelettiques. Les substrats en piémont retrouvent une couverture intéressante de matières organiques et d'éléments détritiques (**BELKAID, 1988**). Au niveau du parc, on rencontre trois types de sols : sols peu évolués, minéraux bruts et brunifiés.

- Sols peu évolués groupe d'apport colluvial : ce sont des sols caractérisés par des particules plus fines mélangées à la surface à des éléments grossiers de toutes dimensions
On les trouve dans le sud, le centre et les parties inférieures du versant nord ;

- Sols minéraux bruts groupe d'érosion à prédominance de lithosols : ce sont des sols peu profonds avec des particules grossières ;

- Sols brunifiés groupe lessivé sous-groupe acide : ce sont des sols d'un horizon de texture argileuse. La partie superficielle est riche en matière organique.

3.1.7. Réseau hydrographique :

A l'intérieur du parc, il n'y a pas d'Oued et il y a beaucoup de sources en différentes localités:

Source Ain Harhara (canton Rond-point);

Source Ain Touila (canton Sidi-Abdoun);

Source DjedjElma (canton Ourtène);

Source Guiguel (canton Kef Sachine);

Source Cheraga (canton Guerouaou);

Source Kenia (canton Fersiouane);

Source Ourtene (canton Ourtène);

Source Toursout (canton Pré-Benchohra).

Source plateforme (canton Pépinière).

3.1.8. Flore :

Les essences forestières rencontrées s'identifient comme suit :

Cedrus atlantica qui présente les plus beaux sites touristiques de l'Algérie, *Quercus ilex*, *Quercus faginea*, *Quercus suber*, *Pinus halepensis*, quelques pieds de *Juniperus oxycedrus* et aussi *Acer obtusatum*, *Acer monspessulums*, *Silenepseudovestata*, *Spergulariapyrorrhiza*, *Spergulararvemis*, *Spergulariatermifolia*, *Andryalaspardiodes*, *Filagopomelii*, *Launaena anomala*, *Taraxacumgetulum*, *Brassicaspinescens*, *Autocarpusvirgatus*, *Scbiscealanceolatus*, *Adenocarpusfaurei*, *Adenocarpusumbellatus*, *Carumfoetidum*, *Ferulacommunis*, *Orchysitalica*, *Trifolium physodes*, *Limoniumramosissimum*, *Bellis sylvestris*, *Nothalaenamarantae*, *Viola mumbyana*, *Viola odorata*, *Calycotomespinosa*, *Rosa canina*, *Rubusulmifolius*, *Crataegus lanciniata*.

3.1.9. Faune :

Diversifiée, on en rencontre des mammifères, des oiseaux et des reptiles : au niveau des mammifères, on compte dix-sept espèces telles que : porc-épic, genette, hyène rayée, cuvier, sanglier, hérisson, mangouste,... etc. Les oiseaux : au nombre de quatre-vingt-dix-sept espèces recensées, on cite, entre autres : l'aigle botté, lorient d'Europe, le grand corbeau, pic vert, le serin ciné,...etc. Cent cinquante espèces d'insectes y sont signalées et enregistrées au niveau du parc. Il s'agit, entre autres, du machaon, le citron de province, l'agreste, la cigale des montagnes. Au niveau des reptiles, on dénombre dix-sept espèces identifiées tels que le lézard vert, le lézard ocellé, la couleuvre à collier, le caméléon commun, l'amphisbène de weigmann. Et des myriapodes tels que :la scolopendre.

Partie expérimentale



Chapitre 04:

Matérielles et méthode

Le travail a porté sur une seule population du cèdre de l'Atlas *Cedrus atlantica*. Le matériel biologique a été échantillonné à partir de plus d'une station sise au parc National de Theniet El Had.

La partie expérimentale est réalisée par deux étapes :

4.1. Travail sur terrain

Notre travail sur terrain c'est intéressé à deux aspects à savoir :

- Évaluation de l'état phytosanitaire de la cédraie.
- Estimation de la variabilité intra spécifique de l'état physiologique des aiguilles du cèdre sous l'effet de la variation stationnelle.
- Dynamique et observation récente des cochenilles.

4.1.1. Les données stationnelle :

4.1.1.1. Présentation des zones d'étude :

L'installation d'une station d'échantillonnage consiste à mettre en place des stations permanentes carrées, par le marquage avec de la peinture blanc, délimité physiquement (piquets aux 4 coins + 1 piquets central). Chaque station a une superficie d'un hectare. Pendant l'inventaire le contour de la station est délimité à l'aide d'un mètre ruban de 100m.

Les stations de quelques ares à quelque hectare sont recommandées dans les inventaires à grande échelle (**RONDEUX ,2002**). Dans notre étude, au niveau de chaque station d'étude, on a matérialisé trois (03) stations. À cet effet, il fallait choisir le terrain où la cédraie est la plus vulnérable au phénomène de dépérissement.

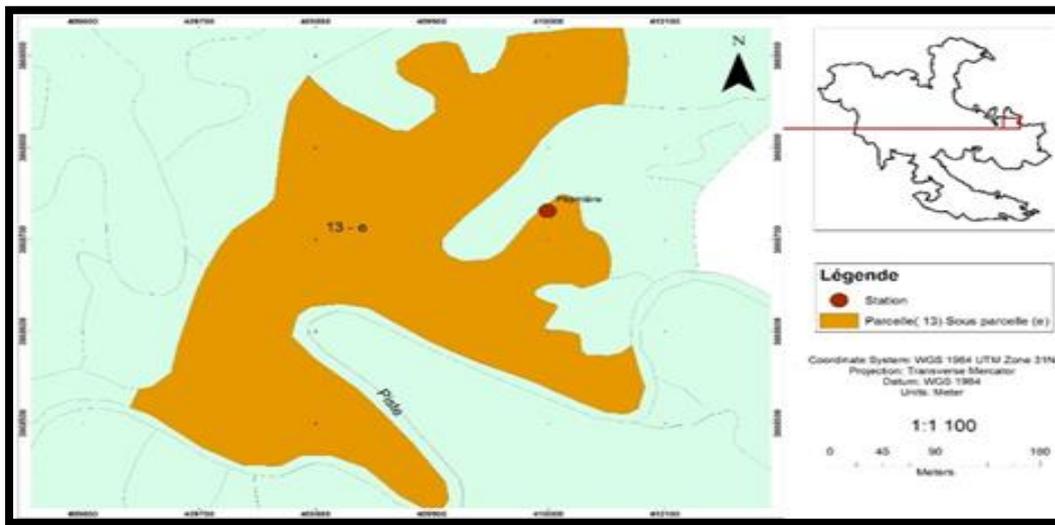
Les stations d'échantillonnage à surface définie peuvent être de forme carrée, à partir desquelles nous avons effectué des sorties de prospections au cours de La période du l'hiver à l'été de l'année 2020.

4.1.1.2. Mode d'échantillonnage :

L'échantillonnage consiste à récolter les données sur la base de l'installation des unités d'échantillonnage dans une population donnée dans le but d'estimer les étendues et les caractéristiques du peuplement forestier. Divers types d'échantillonnages sont proposés dans la littérature ; échantillonnage aléatoire et simple, échantillonnage systématique, échantillonnage aléatoire stratifié.

Nous avons choisi l'échantillonnage systématique qui consiste à pour cette étude de chercher les taches du dépérissement et à implanter des stations d'études dans les stations précitées .

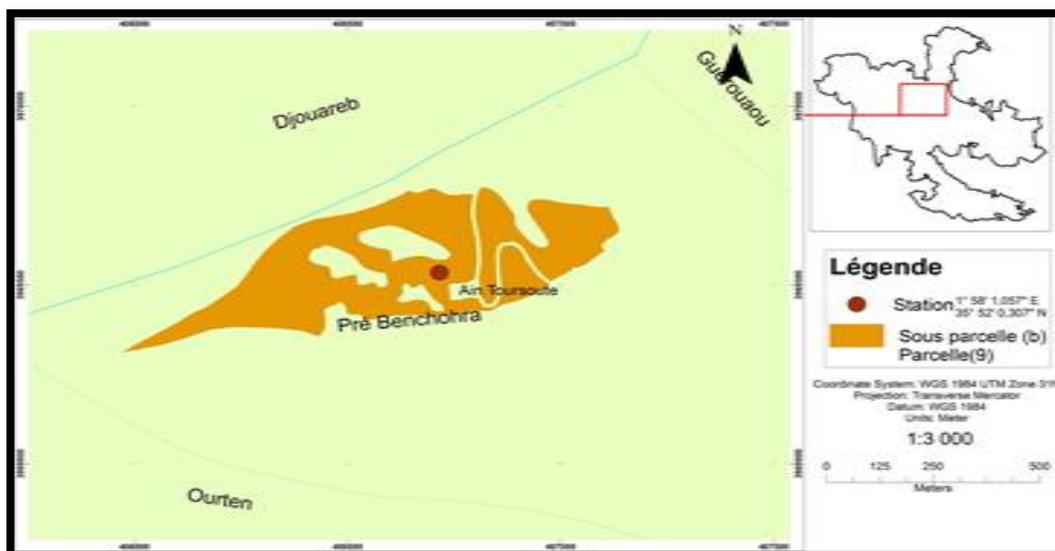
CHAPITRE 04 : Matériels et méthode



Station 01 : Pépinière



Station 02 :Guerouaou



Station 03 : Pré-Benchohra (Toursout)

Fig.n°12 : Localisation des 03 stations dans le parc national de Thniet El Had.

CHAPITRE 04 : Matériels et méthode

4.1.1.3. Matériels utilisé :

Les mesures sont effectuées au sein des stations d'études à partir des instruments suivants :

- Un mètre ruban de 50m : pour les mesures de distance ;
- Un mètre ruban de 100m pour délimiter les stations ;
- BLUM-LEISS : pour la mesure des hauteurs des arbres et pentes ;
- Une boussole : pour la détermination des expositions et la position des arbres par rapport au centre de la station ;
- Un G.P.S : pour la détermination des coordonnées géographiques et l'altitude des placettes ;
- Une peinture en bombe : pour le marquage et délimiter les stations ;
- Un sécateur à deux mains: pour couper les rameaux à récolter;
- Un Formulaire : pour la transcription des informations relevées sur le terrain.

4.1.2. Récolte des données :

4.1.2.1. Fiche descriptive

Chaque unité d'échantillonnage fait l'objet d'une fiche de terrain rassemblant toutes les informations récoltées. Ces informations sont reportées sur des fiches descriptives.

Tableau 07 : Fiche technique des trois stations.

Stations	Station(1) Pépinière	Station(2) Guerouaou	Station(3) Pré-Benchohra (Toursout)
Altitude (m)	1489	1440	1494
Exposition	Nord	Nord	Nord
Pente (d°)	15°	29°	17°
Coordonnées géographiques	35° 51' 28.03'' Nord. 2° 00' 08.06'' Est.	35° 15' 30.84'' Nord. 1° 59' 54.34'' Est.	35° 52' 0.307''Nord 1° 58' 1.057''Est

CHAPITRE 04 : Matériels et méthode

Sol	Classe : brunifiées lessivés Texture : Argilo sablonneuse	Peu évolués d'apport colluvial Texture : Argilo sablonneuse	Classe : brunifiées lessivés Texture : Argilo sablonneuse
-----	--	--	--

Les données récoltées sont d'ordre dendrométriques et stationnelles soigneusement recueillies au sein de chaque station d'études.



Station01: Pépinière



Station 02: Guerouaou



Station03: Pré-Benchohra (Toursout)

Fig. n°13 : Vue générale des stations

4.1.3. Méthode utilisé

4.1.3.1. Les techniques de prélèvement des aiguilles :

On se référant aux travaux de (BONNEAU, 1979), la position supérieure de la cime des rameaux bien éclairée serait la plus adaptée pour l'échantillonnage. De plus, (HADJI, 1998) recommande de prélever les échantillons dans les quatre (04) directions pour réduire les variations dues à des différentiels d'éclairement et d'exposition. Pour notre étude, il nous a été pratiquement impossible de travailler sur un verticille proche du sommet, nous avons opté pour la position 1,60m (hauteurs d'homme). Ainsi au sein de chaque station, 3 arbres ont été choisis systématiquement à différentes expositions distantes de vingt à trente pas l'une de l'autre.

Notre travail vise à prélever une cinquantaine de rameaux d'une trentaine centimètres de longueur durant la période de débourrement. Le matériel végétal recueilli est conservé dans des sachets en plastique, comportant le lieu, la date et l'exposition de chaque station.

4.2. Travail au laboratoire :

Les paramètres choisis pour cette étude sont d'ordre, physiologique, morphologique et anatomique.

4.2.1.Évaluation des paramètres morphologiques :

Les caractéristiques morphologiques se limitent à un dénombrement des aiguilles et a une l'analyse foliaire.

4.2.1.1. Dénombrement des aiguilles :

Au laboratoire, nous avons éliminé les parties les plus jeunes de ces rameaux environ les dix premiers centimètres (rameaux de l'année) .A partir de chaque rameau, on a choisi 05 bouquets, puis on a dénombré les aiguilles et sous la loupe binoculaire on a mesuré la longueur de quelques aiguilles des arbres qui caractérisé chaque station.



Fig. n°14 : Préparation des échantillons foliaires (Hamani B, 2020)

Chapitre 05:

Résultats et discussion

5. Résultats et discussion**5.1. Traitement et analyse des données :**

Les informations de terrain ont été rassemblées dans un tableau de données brutes à partir duquel plusieurs types de calculs ont été entrepris pour aboutir à la création des variables. Seules les variables expliquant de façon significative ou offrant des pistes sur la compréhension du phénomène de mortalité seront explicitées ici. Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide des logiciels "systat 7".

5.2. L'analyse foliaire :

Les analyses sont effectuées sur les feuilles pour les raisons suivantes:

L'analyse foliaire s'est révélée comme un moyen fidèle et sensible pour connaître l'alimentation de la plante.

Elle fournit, dans les conditions homologues, des résultats identiques.

L'examen des aiguilles nous a permis de dénombrer les aiguilles dépéries et les aiguilles saines.

Les aiguilles ont été dépéries, soit par action directe et continue des insectes, soit par une carence en éléments nutritifs, ou par d'autres facteurs.

5.3. L'analyse de la variance :

C'est un paramètre de dispersion, qui nous donne les écarts des points autour de la moyenne. Cette analyse a pour but de comparer les moyennes de plusieurs populations à partir d'échantillons aléatoires, simples et indépendants les uns des autres (DAGNELIE, 1957 in ABDELHAMID, 1998).

5.4. A L'échelle stationnelle :**5.4.1. Relation entre le nombre des bouquets et les stations :**

L'analyse de la variance montre que les résultats obtenus reflètent une influence entre le nombre de bouquet et les stations.

Tableau 08 : Variation de nombre des bouquets en fonction des stations.

	Stations	Nombre des bouquets
Theniet El Had	Station 01	19
		22
		22
		17
	Station 02	18
		16
		17
		15
	Station 03	19
		17
		20
		16

Tableau 09 :L'analyse de la variance des stations.

Source	Sum-of-Squares	Df	Mean-Square	F-ratio	P
Stations	24.667	2	12.333	3.364	0.081
Error	33	9	3,667		

Selon le tableau 09, l'analyse de la variance montre que le résultat est significatif entre les trois stations étudiées selon le traitement statistique, nous constatons que le nombre des bouquets le plus important est représenté dans la station 01(pépinière) avec 22 bouquets, et le nombre le plus faible est représenté dans la station 02 (Guerouaou)

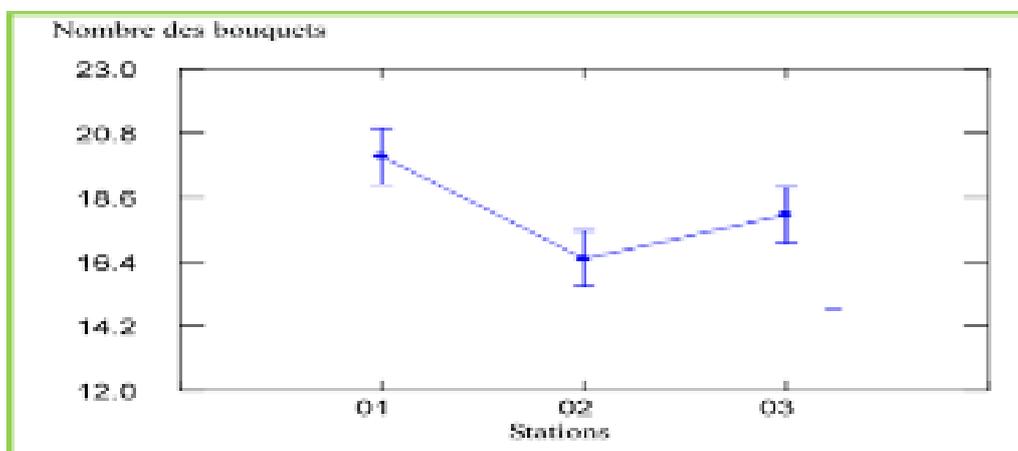


Fig.n°15 : Variation de nombre des bouquets en fonction des stations

5.4.2. Relation entre le nombre des aiguilles et les stations :

On tenant compte, l'analyse de la variance des stations révèle les résultats suivants :

Tableau 10 : Variation de nombre aiguilles de fonction des stations.

	Stations	Nombre des aiguilles
Theniet El Had	Station 01	29
		29
		17
		31
	Station 02	36
		47
		40
		43
	Station 03	46
		40
		42
		35

Tableau 11 : L'analyse de la variance des stations

Source	Sum-of- Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
Stations	571.500	2	285.750	10.256	0.005
Error	242,417	8			

L'analyse de la variance montre que le résultat est significatif entre les trois stations étudiées.

Selon le traitement statistique, nous constatons que le nombre des aiguilles le plus important est représenté dans la station 02 (Guerouaou) avec 47 aiguilles, et le nombre le plus faible dans la station 01 (pépinière) avec 17 aiguilles.

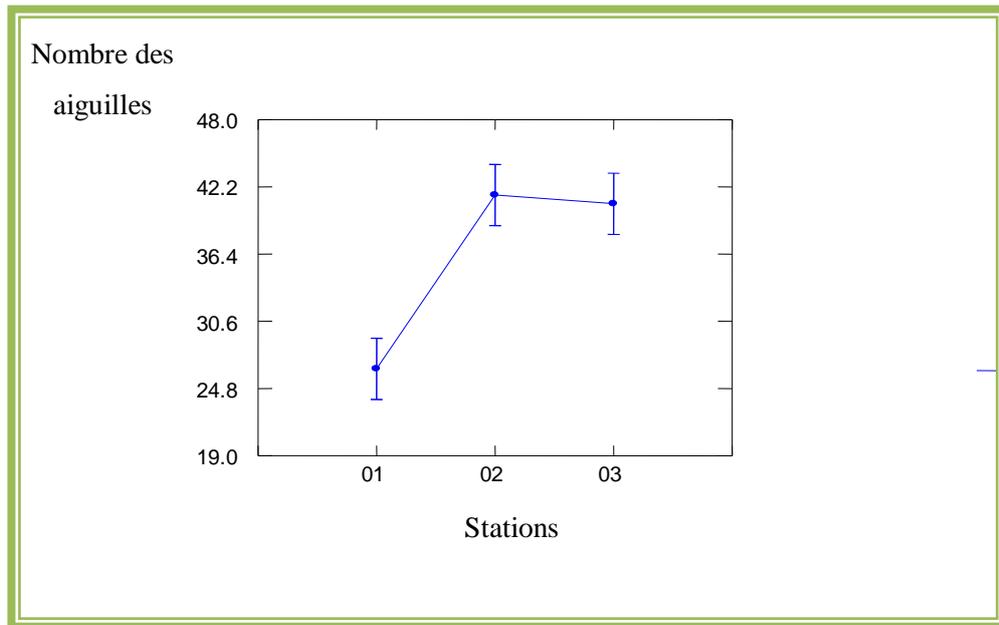


Fig.n°16 : Variation de nombre des aiguilles en fonction des stations.

5.4.3. Relation entre la longueur des aiguilles et les stations :

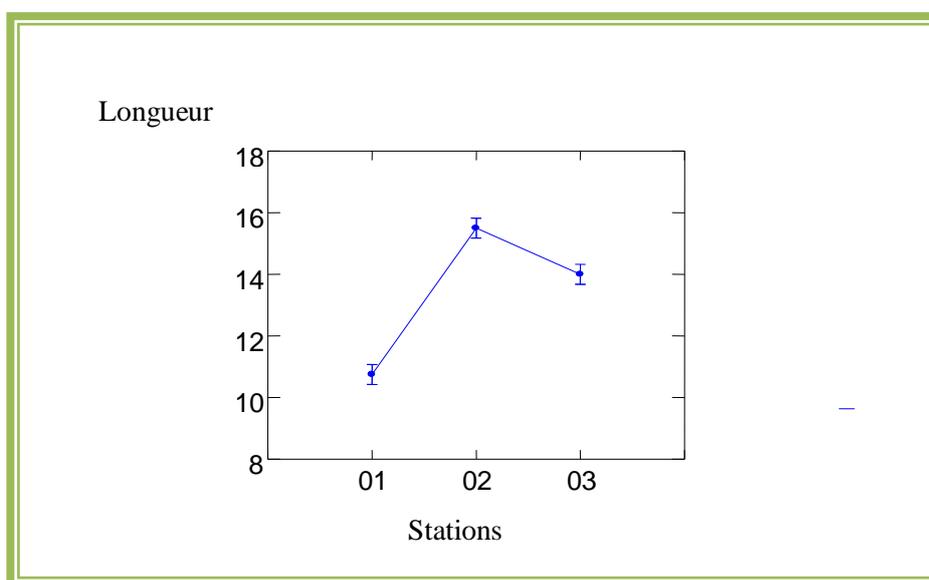
Tableau 12 : Variation de la longueur des aiguilles en fonction des stations.

	Stations	Longueur des aiguilles (mm)
ThenietElHad	Station 01	11,54
		11,22
		10,13
		11,76
	Station 02	14,97
		16,67
		16,39
		16,86
	Station 03	14,24
		14,34
		14,14
		14,58

Tableau 13 : L'analyse de la variance des stations.

Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
Stations	47.167	2	23.583	56.600	0.000
Error	3,689	8	0,461		

L'analyse statistique montre que le résultat est hautement significatif entre les trois stations étudiées, nous constatons que la longueur des aiguilles la plus longue est représentée dans la station 02 (Guerouaou) avec 16.86 mmet la plus réduite est représentée dans la station 01 (pépinière) avec 10.13mm de long.

**Fig. n°17** : Variation de la longueur des aiguilles en fonction des stations.

5.4.4. Relation entre le nombre des bouquets et l'orientation :

L'analyse de la variance montre que les différences ne sont pas significatives entre les orientations (Nord, Sud, Est, ouest).

Tableau 14 : Variation de nombre des bouquets en fonction des orientations.

	Stations	Orientations	Nombre des bouquets
Theniet El Had	Station 01	Nord	19
		Sud	22
		Est	22
		Ouest	17
	Station 02	Nord	18
		Sud	16
		Est	17
		Ouest	15
	Station 03	Nord	19
		Sud	17
		Est	20
		Ouest	16

Tableau 15 : L'analyse de la variance des stations.

Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
Orietation	21.667	3	7.222	1.605	0.263
Error	36	8	4,5		

Le résultat est non significatif (tableau 15), mais il'ya une variation en orientation Ouest.

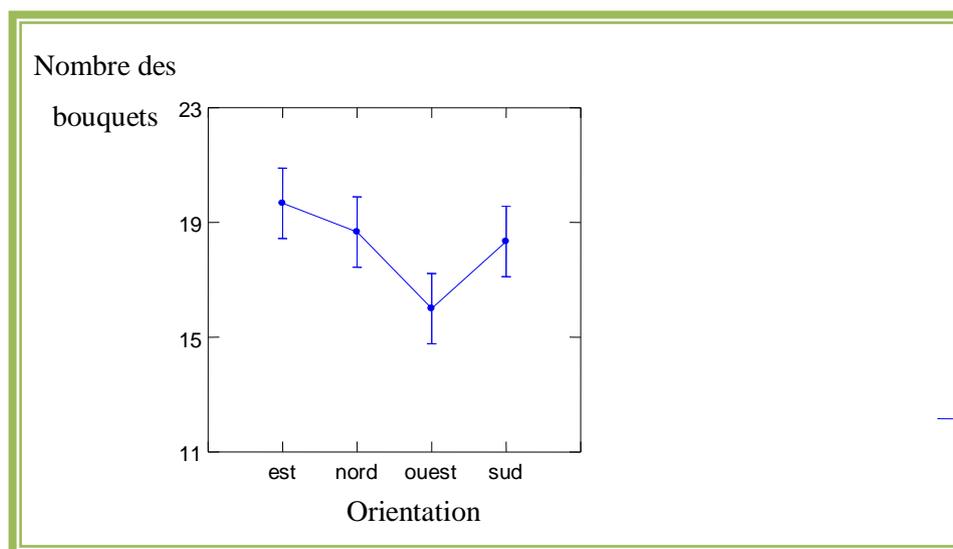


Fig.n°18 : Variation de nombre des bouquets en fonction des orientations.

5.4.5. Relation entre le nombre des aiguilles et l'orientation :

Tableau 16 : Variation de nombre des aiguilles en fonction des orientations.

	Stations	Orientations	Nombre des aiguilles
Theniet El Had	Station 01	Nord	29
		Sud	29
		Est	17
		Ouest	31
	Station 02	Nord	36
		Sud	47
		Est	40
		Ouest	43
	Station 03	Nord	46
		Sud	40
		Est	42
		Ouest	35

Tableau 17 : L'analyse de la variance des stations.

Source	Sum-of-Squares	Df	Mean-Square	F-ratio	P
Orientation	50.917	3	16.972	0.176	0.910
Error	771,333	8	96,417		

L'analyse de la variance montre que les différences ne sont pas significatives entre les orientations.

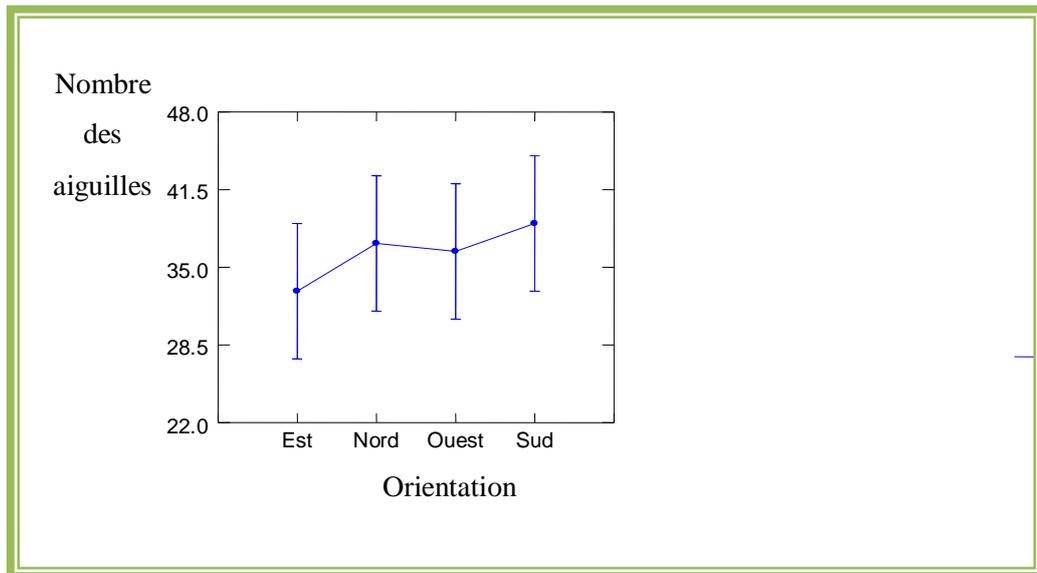


Fig. n°19 : Variation de nombre des aiguilles en fonction des orientations.

5.4.6. Relation entre la longueur des aiguilles et l'orientation :

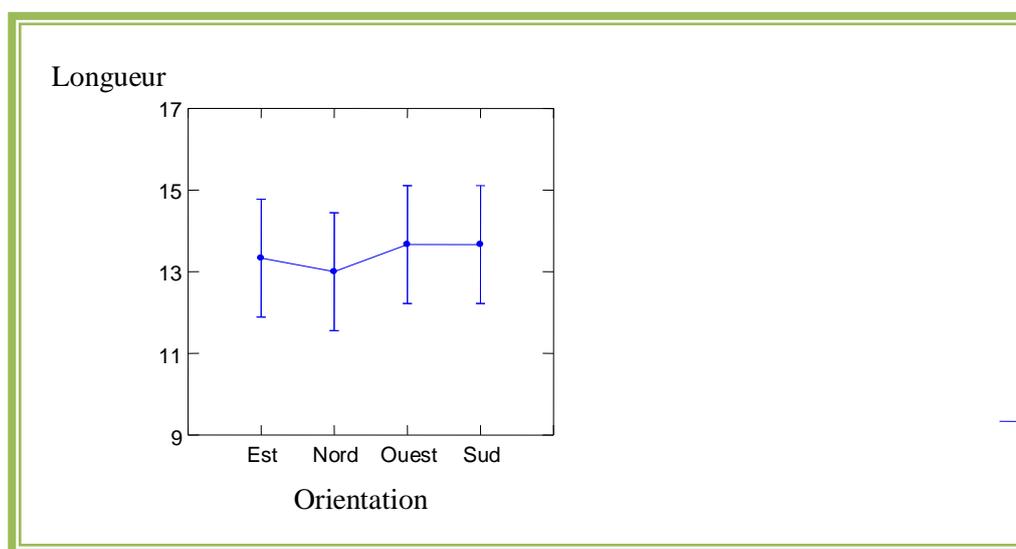
Tableau 18 : Variation de la longueur des aiguilles en fonction des orientations.

	Stations	Orientations	Longueur des aiguilles (mm)
Theniet El Had	Station 01	Nord	11,54
		Sud	11,22
		Est	10,13
		Ouest	11,76
	Station 02	Nord	14,97
		Sud	16,67
		Est	16,39
		Ouest	16,86
	Station 03	Nord	14,24
		Sud	14,34
		Est	14,14
		Ouest	14,58

Tableau 19 : l'analyse de la variance des stations cardinales.

Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
Orientation	50.917	3	16.972	0.510	0.690
Error	54,64	8	6,83		

L'analyse de la variance montre que les différences ne sont pas significatives entre les orientations.

**Fig. n°20** : Variation de la longueur des aiguilles en fonction des orientations.

La même allure est marquée pour toutes les orientations avec des nombres répartis sensiblement égaux.

La comparaison biométrique (nombre des bouquets, le nombre et la longueur des aiguilles) de chaque station en fonction d'orientation ressort que les mêmes constatations sont observées par l'analyse de la variance. Donc l'orientation n'a aucun effet sur ces variables.

Par contre, l'analyse de la variance en fonction des stations montre qu'il existe une variabilité des trois variables

Les résultats obtenus par le traitement statistique sur le nombre des bouquets, le nombre et la longueur des aiguilles ont permis de mettre en évidence une variation intra-spécifique chez le cèdre de l'Atlas.

On constate que les stations de Theniet El Had, sont moins représentatives. Ce ci paraît être expliqué que la station est localisée dans des conditions climatiques topographiques défavorables et aux dommages des insectes accentuée où le nombre des aiguilles sont plus réduites.

La cédraie de Theniet El Had se trouve dans son milieu naturel, cette zone est sise à 1200 et 1700 mètres d'altitude, dans son ensemble, ce massif présente une déclivité dépassant 20%. la station sise à 1200 et 1500 mètres d'altitude.

La pluviométrie à Theniet El Had (548mm à 941mm) donc le parc de Theniet El Had est touché par le stress hydrique.

Cela n'empêche pas qu'il y a d'autres facteurs, qui pourraient occasionner sur ces variations :

L'exposition permet de concrétiser la bonne croissance des arbres suite à l'effet indirect qu'elle engendre. **(KADIK, 1987 in KACHA, 2009)**. En fait, quoi que le versant soit d'une exposition Nord, il n'empêche qu'une exposition stationnelle répartie du Nord à l'Est permet d'engendrer une croissance d'avantage meilleure **(TILL, 1986 in KACHA, 2009)**

La structure d'un microrelief contribue davantage, par rapport à l'ensemble du relief, à des différences stationnelles essentiellement de température, d'humidité et de lumière **(GUINIER, 1995 in ZEMIRLI, 2006)**.

La convexité du relief avec la forte pente ($>40^\circ$) amplifierait l'impact des sècheresses sur le début du transept d'où une forte proportion d'arbres « âgés » touchés par la mortalité. Ils influencent notamment la qualité nutritionnelle et la capacité hydrique du sol, causes du dépérissement **(Becker, 1990 in FOURRIER .A.2007)**.

Au cours des années à venir, on espérons d'approfondir des études sur la biométrie à différentes périodes de l'année où à l'effet des jeunes adultes aiguilles sur la quantification biochimique d'une part, et sur la biologie et écologie de ces ravageurs d'autre part, et ce afin de des renseignements sur leur évolution, et de prévoir chemin faisant des moyens de lutte tirer appropriés.

5.5. Les cochenilles

Parmi de nombreuses autres espèces s'attaquant au Cèdre, trois cochenilles méritent d'être citées : *Leucaspis pini* H, *Dynaspidiotus regneri* B et *Chionaspis kabyliensis* B, elles sont connues par les travaux de **BALACHOWSKY**.

Ces cochenilles sont petites et spécialisées. Les femelles sont fixées de façon absolue dès la forme larvaire. Le corps est mou et très aplati, il est abrité par un bouclier.

En s'appuyant sur divers travaux, (**BENASSY, 1975**) a essayé de dégager les espèces les plus fréquentes selon les pays. Dans le bassin Méditerranéen les Diaspines sont les plus représentées, les lecanines, les pseudococcines puis les monophobines.

Selon (**BALACHOWSKY, 1939**), l'intensification des échanges, le perfectionnement des moyens de transport varient ainsi que l'homme ont joué un grand rôle de la dissémination des cochenilles. Dans cette dissémination l'homme a participé au transport des plantes contaminées (pépinières). Il a donc permis l'installation de foyers d'infestations par lesquelles les diverses espèces ont diffusé à travers le territoire par de dissémination naturelle (vent). Elle peut aussi se faire par migration sur le sol. Les larves de premier stade descendent le long de l'arbre contaminé, gagnant le sol et remontent sur le tronc puis sur les branches et enfin les feuilles (aiguilles).

Les dégâts occasionnés sur les plantes se traduisent par un dépérissement plus au moins rapide de l'organe attaqué, une décoloration des aiguilles au point de fixation des cochenilles.

Lors d'attaque sévère, on peut observer la chute partielle ou totale d'aiguilles ainsi que le dessèchement des rameaux des grosses branches et des troncs.

En plus ces infestations de cochenilles par le miellat qu'elles secrètent, permettent la formation de fumagine provoquée par les fumago, ce qui aggrave encore des dégâts (**PIGUET, 1960**).



Fig. n°21 : Trois types de cochenilles vues par loupe sur des aiguilles de cèdre de l'atlas. (**FODIL et al., 2012**).

5.5.1. *Leucaspis pini* H (Homoptera, Diaspididae)

L'espèce est pinicole, la plus connue de la région méditerranéenne où elle vit principalement sur *Pinus halepensis* (BALACHOWSKY, 1953).

Nous avons reconnu *Leucaspis pini* H. caractérisée par la présence d'un bouclier blanc pur, allongé et l'exuvie larvaire est unique, rejetée en avant. La colleur du bouclier de la femelle est d'un jaune pâle et mesure de 2,4 à 2,9 mm. La femelle adulte est de forme étroitement ovulaire. Les tubercules antennaires surmontés de 6 soies dont 2 plus courtes (fig. n°22).

* Observations récentes

Nous avons trouvé cette espèce sur le Cèdre surtout sur les aiguilles. Les mêmes observations sont faites dans les trois stations.

Nous avons échantillonné cette espèce en faible nombre sur les aiguilles, notons que quelques femelles sont parasitées.

Selon (JOLY, 1975), les dégâts provoqués par l'espèce se manifestent par un jaunissement des aiguilles, ce qui entrave la synthèse chlorophyllienne.

En conclusion, cette espèce peut être considérée comme particulièrement nuisible à cause du complexe parasitaire.

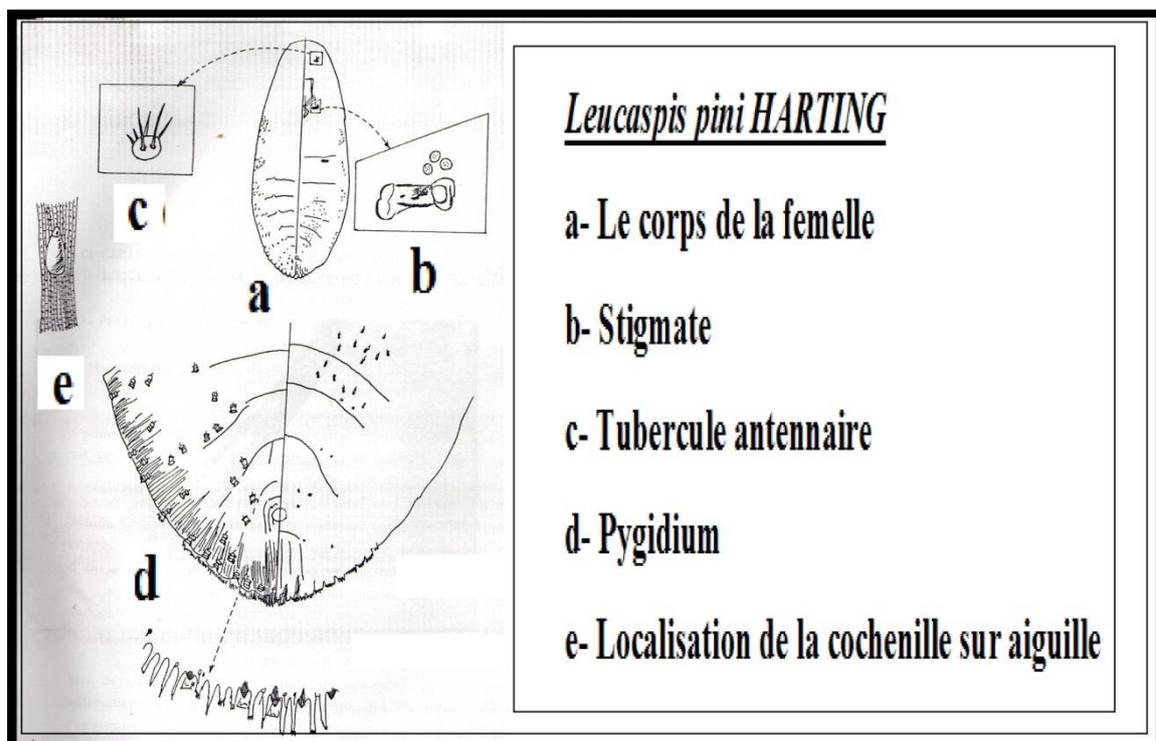


Fig. n°22 : Morphologie de la cochenille de type *Leucaspis pini* H. (ABDELHAMID ,1992).

5.5.2. *Dynaspidotus regneri* B (Homoptera, Diaspididae)

Cette espèce de Diaspine a été découverte par REGNIER en 1928 dans les Cédraies d'Azrou et à Chréaa-dessus de 1450m (BALACHOWSKY ,1932).

D'après BALACHOWSKY (1948), l'espèce se rencontre toujours clairsemée à l'état d'individu isolé sur la surface supérieure des aiguilles.

L'espèce est reconnaissable par son bouclier qui a une forme ovale, allongée, tronquée aux extrémités fortement convexes, rétrécies latéralement. Le bouclier à une coloration blanche pure et soyeux avec l'exuvie larvaire centrale de couleur jaune dorée. La taille du bouclier mesurant environ 2,4 à 2,6 mm (fig.n°23). Contrairement à l'espèce *L.pini*, l'espèce présente une spécificité pour les aiguilles du Cèdre de l'atlas. Cette espèce vit dans la plupart des peuplements spontanés de montagnes du nord de l'Afrique.

* Observations récentes

Dans la Cédraie de Theniet El Had nous avons trouvé cette espèce dans les trois stations étudiées. Cette espèce présente une nette préférence pour les aiguilles du Cèdre, mais elles ne semblent pas présenter de danger pour le Cèdre.

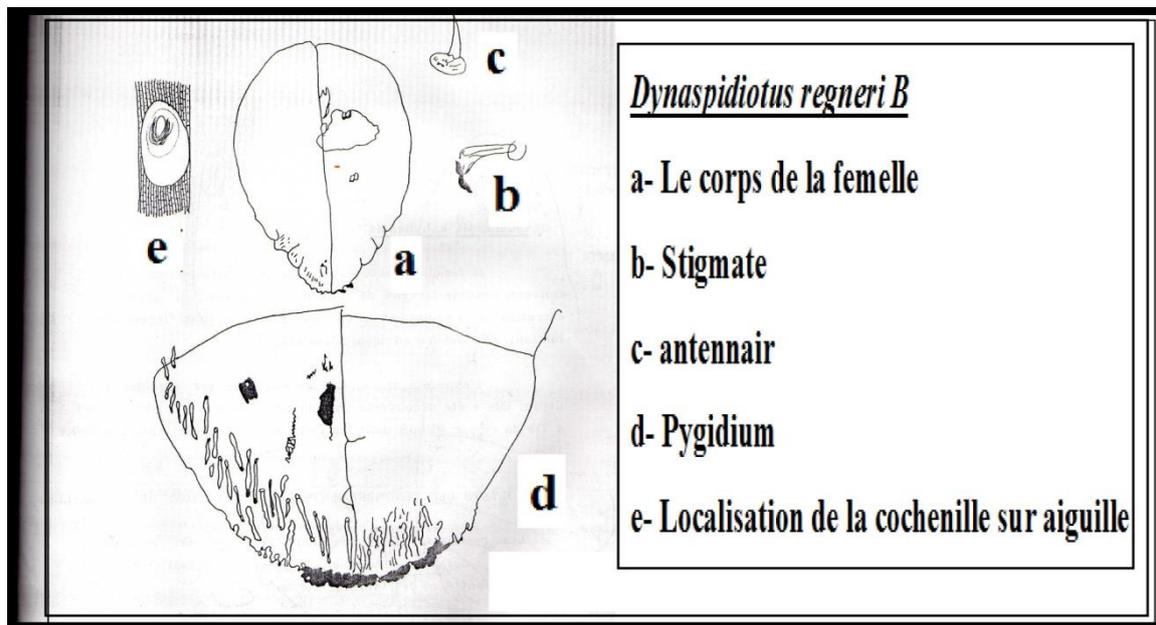


Fig. n°23 : Morphologie de la cochenille de type *Dynaspidotus regneri* B (ABDELHAMID ,1992).

5.5.3. *Chionaspis kabyliensis* B (Homoptera, Diaspididae)

En comparaison avec les deux espèces précédentes cette espèce possède un bouclier allongé et étroit, convexe, l'exuvie larvaire de couleur jaune doré en avant .La sécrétion de l'adulte est d'un blond pur, légèrement luisant, elle mesure environ 2,6mm (fig.n°24).

Cette espèce a été découverte pour la première fois par PEYRIMHOFF à Tikjda et par RUNGS dans les Cédraies du Maroc (BALACHOWSKY, 1954).

* Observations récentes

En ce qui concerne cette espèce, nous l'avons récolté en faible nombre dans les trois stations.

Il est nécessaire de souligner que les trois espèces ne présentent aucun danger, mais sous l'influence de divers facteurs écologiques, elles peuvent devenir nuisibles.

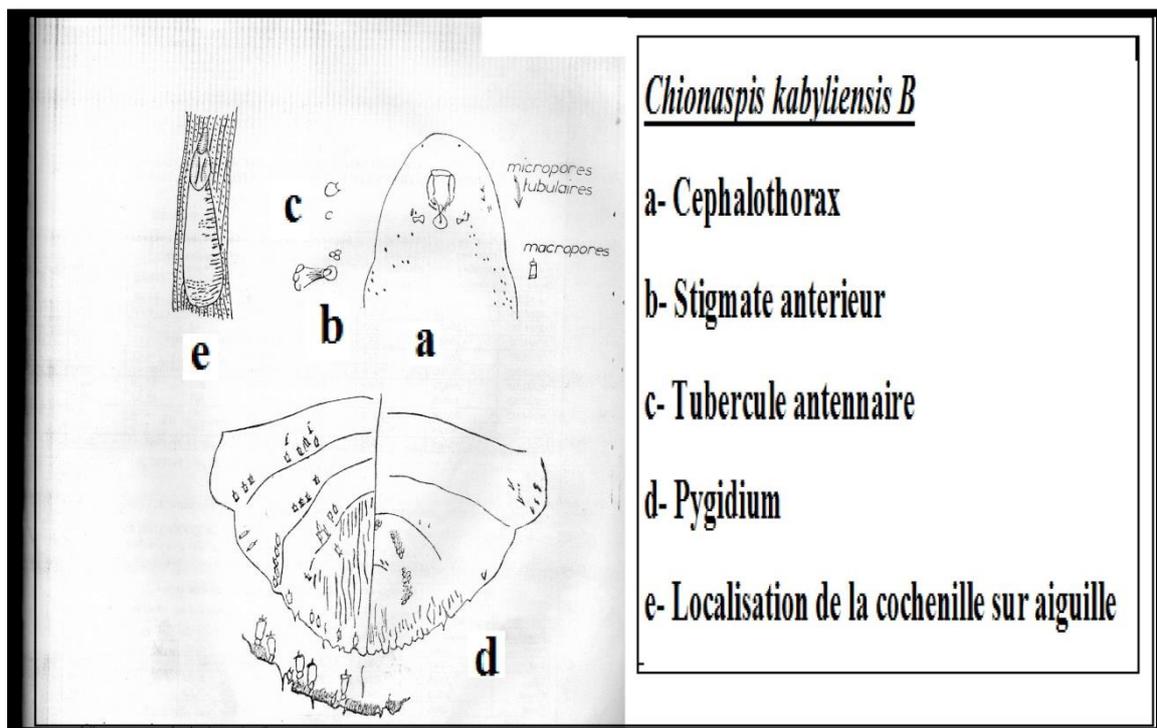


Fig. n°24 : Morphologie de la cochenille de type *Chionaspis kabyliensis* B (ABDELHAMID ,1992).

5.6. Données foliaires :

Comme le cèdre est une espèce sempervirente, son feuillage témoigne par son abondance, son état sanitaire et ses couleurs de la vitalité des tiges. Siège de toute activité biologique, le feuillage est d'une nécessité grandiose pour la vie de l'arbre voire de la meilleure production qualitative et quantitative en bois ligneux.

5.6.1. Relation entre la croissance et la masse foliaire (longueur de houppier, défoliation) :

Cette relation mise en évidence ici, a également été montrée dans les études de (MANDALLEZ et al, 1986), en l'occurrence, que l'influence du houppier, lorsqu'elle existe, est favorable.

Les résineux à houppier long ont une plus grande probabilité d'être sains que ceux à houppier court. Le suivi basé sur deux inventaires (1970-1984) par le Bemese Oberland Forest Service a permis d'établir une relation statistique entre la longueur relative de houppier, l'accroissement en diamètre et la perte d'aiguilles (MURRI et SCHLAEPFER, 1987).

Les arbres ayant de longues couronnes ont des croissances en hauteur et en diamètre supérieures et surmontent mieux les périodes de sécheresse. En moyenne, ils perdent moins d'aiguilles et maintiennent également une production plus élevée pendant une période plus longue. La longueur de la couronne se révèle ainsi être une bonne caractéristique de la vitalité d'un arbre (SPIECKER, 1986). Ces résultats ont permis de conclure à une composante sylvicole du dépérissement, sur laquelle le forestier peut avoir une influence ; longueur des couronnes, mélange des essences structure du peuplement (BECKER et LEVY, 1988 ; LANDMANN, 1988).

Tout dommage causé au feuillage ne peut que compromettre l'allure biologique et l'activité physiologique du végétal. Cette situation est, en conséquence, à l'origine de toute perturbation de la vigueur et de la vitalité des tiges. Le dénombrement et les mesures des aiguilles de chaque prélèvement sont fournis au niveau du tableau n°20 et 21 :

Tableau n°20 : Comparaison et répartition cardinale des aiguilles :

	Ouest D	Ouest S	Nord D	Nord S	Sud D	Sud S	Est D	Est S
Pépinière	45.05	54.95	54.67	45.33	51.20	48.80	53.15	46.85
Guerouaou	42.42	57.58	24.59	75.41	37.98	62.02	32.26	67.74
Pré-Benchohra	40.00	60.00	37.21	62.79	40.91	59.09	33.33	66.67

Tableau n° 21 : La comparaison du nombre et de la longueur des aiguilles entre un arbre sain et l'autre dépéri :

Stations	Arbre sain		Arbre dépéri	
	Moyen de nombre des aiguilles	Moyen de la longueur des aiguilles	Moyen de nombre des aiguilles	Moyen de la longueur des aiguilles
Pépinière	54	1.65	27	1.35
Guerouaou	67	1.71	46.5	1.06
Pré Benchohra (Toursout)	56.33	1.33	38.66	1.05



Fig. n°25 : comparaison entre deux aiguille.

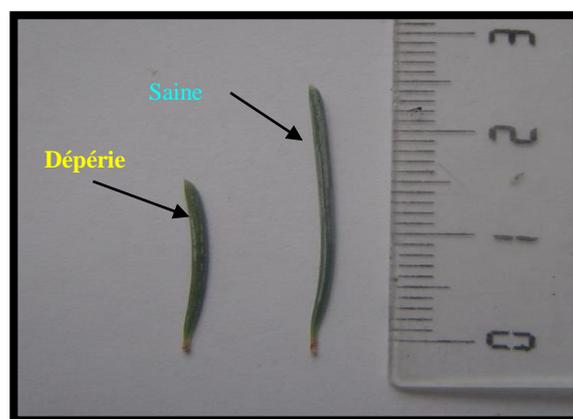


Fig. n°26 : Mesure de la longueur d'une aiguilles de sujets sain et dépéri. (Boubtana K, 2020)

Les aiguilles sont de 2cm de long groupées en rosettes au sommet de courts rameaux (BOUDY, 1952) un bouquet porte 20 à 30 aiguilles (STEWART, 1974, in FRITAH, 1984). La différence de nutrition entre les arbres sains et les arbres malades est pratiquement hautement significative pour la majorité des éléments minéraux et l'ensemble des parcelles. (HADJI, 1998), sur la base d'une comparaison faite sur un arbre sain et un arbre dépéri, a relevé dans le parc national de Theniet el Had, que les aiguilles de l'arbre dépéri présentent une très faible teneur en éléments minéraux majeurs (N, P, Mg, Ca) par rapport à celles de l'arbre sain.

Les faibles teneurs en éléments minéraux dans les aiguilles sont probablement liées aux conditions défavorables de décomposition de la matière organique des sols acides, comme l'ont signalé plusieurs auteurs.

(DEMOUNEM, 1979 *in* HADJI ,1998), a noté qu'au niveau des aiguilles, les teneurs N, P, K diminuent lorsque l'âge augmente.

Le même auteur a souligné l'importance du rôle des tissus âgés comme organes de réserve minérale pour la croissance.

L'utilisation du spectrophotomètre, qui mesure les longueurs d'ondes réfléchies par un objet, a permis d'évaluer plus précisément les éléments minéraux qui se trouvent au niveau des aiguilles c'est la raison pour laquelle on a retenu cette méthode qui permet un dosage exhaustif de ces éléments.

***Observation** : La partie concernant les coupes histologiques et dosage au niveau des aiguilles n'a pas été entamée en raison d'une défaillance au niveau du laboratoire.
-Manque les résultats des paramètres anatomiques.

5.6.2. Comparaison des aiguilles sains/aiguilles attaqués :

5.6.2.1. Comparaison Cardinale par station :

L'examen des aiguilles nous a permis de dénombrer les aiguilles dépériées et les aiguilles saines.

Les aiguilles dépériées, l'ont été, soit par action directe et continue des insectes, soit par une carence en éléments nutritifs, ou par d'autres facteurs.

L'analyse des histogrammes du dénombrement en fonction des orientations montre que les aiguilles saines sont nettement supérieures que les aiguilles dépériées (fig. n°27, 28, 29,30).

Le nombre des aiguilles attaquées croît au cours de la période printanière, ceci peut être expliqué par les conditions climatiques plus ou moins favorables pour les insectes, notamment l'élévation des températures.

La même allure est marquée pour toutes les orientations avec des pourcentages répartis sensiblement égaux.

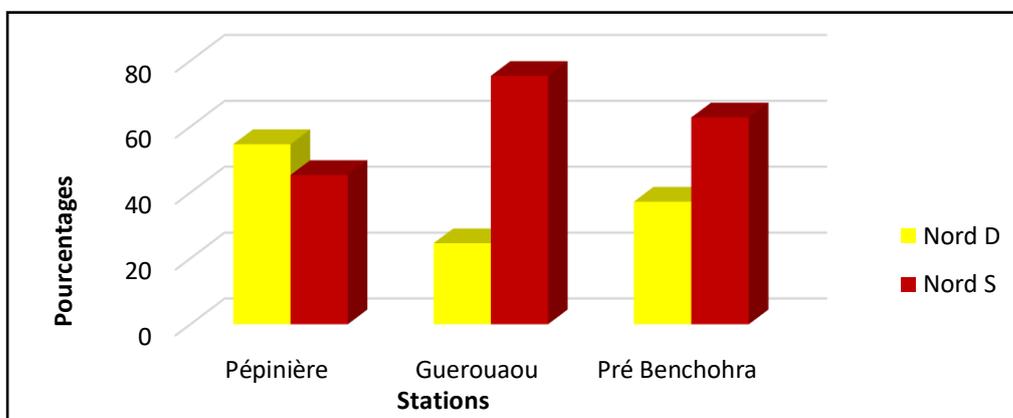


Fig. n°27 : Comparaison Cardinale du Taux des aiguilles sains/aiguilles attaqués.

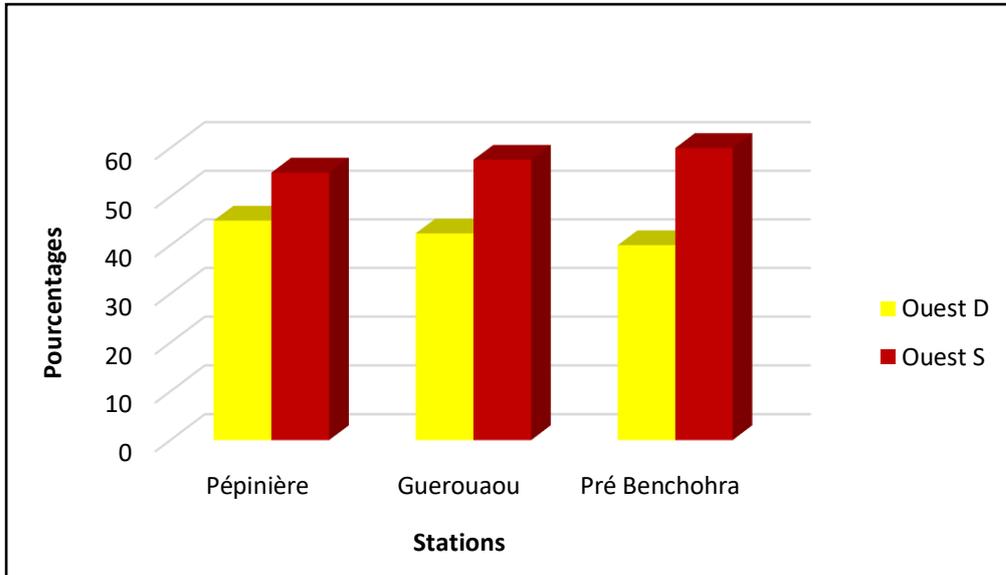


Fig. n°28 : Comparaison Cardinale du Taux des aiguilles sains/aiguilles attaqués

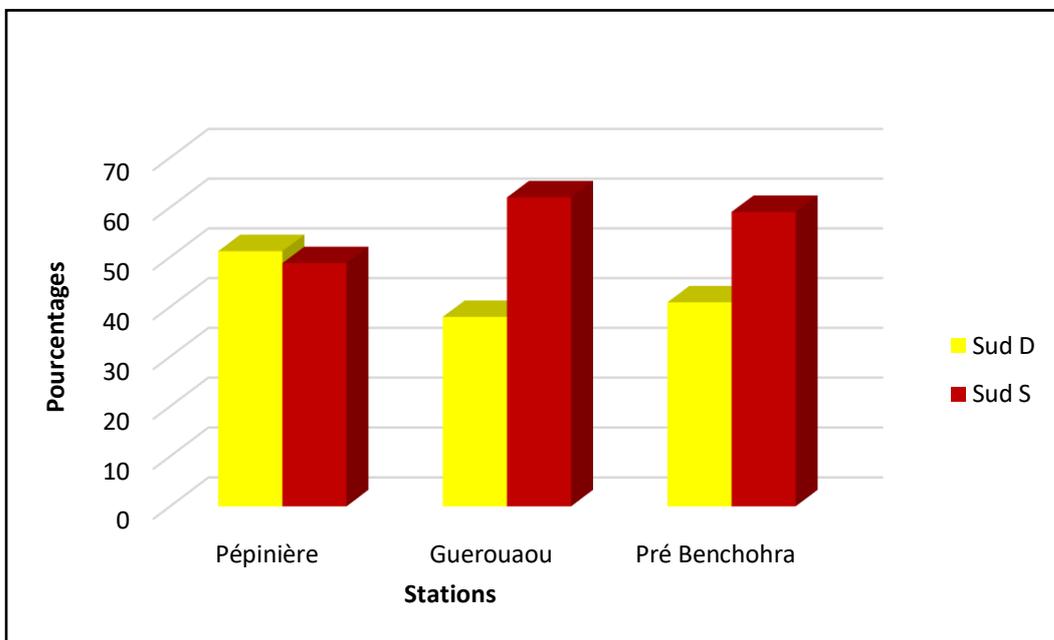


Fig. n°29 : Comparaison Cardinale du Taux des aiguilles sains/aiguilles attaqués.

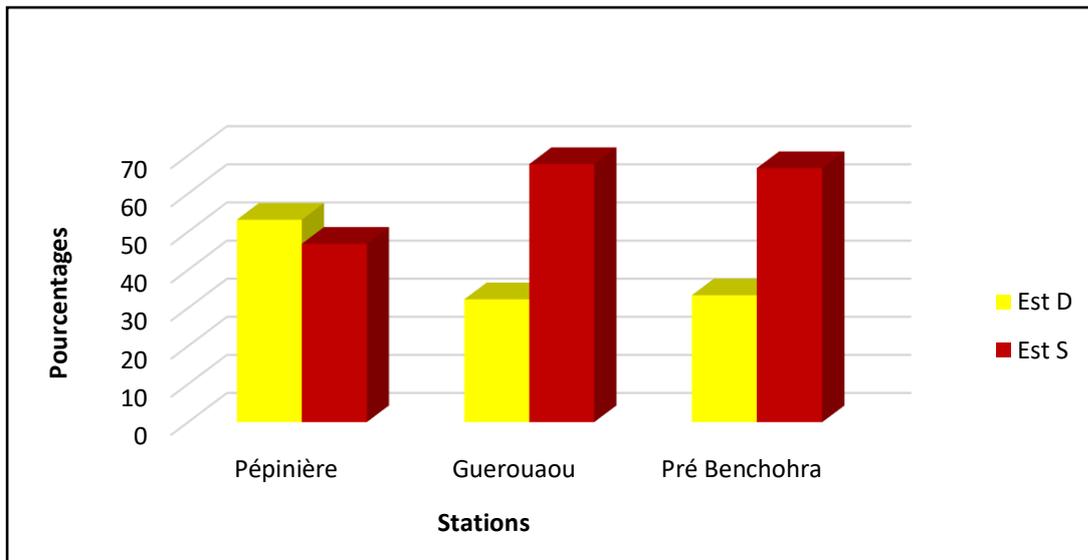


Fig. n°30 : Comparaison Cardinale du Taux des aiguilles sains/aiguilles attaqués.

5.6.2.2. Comparaison du nombre moyen des aiguilles par canton :

Concernant la comparaison du nombre moyen des aiguilles par canton, le nombre moyen d’aiguilles attaquées est plus réduit que celui des aiguilles saines. Il varie de 27 à 38 aiguilles par bouquet.

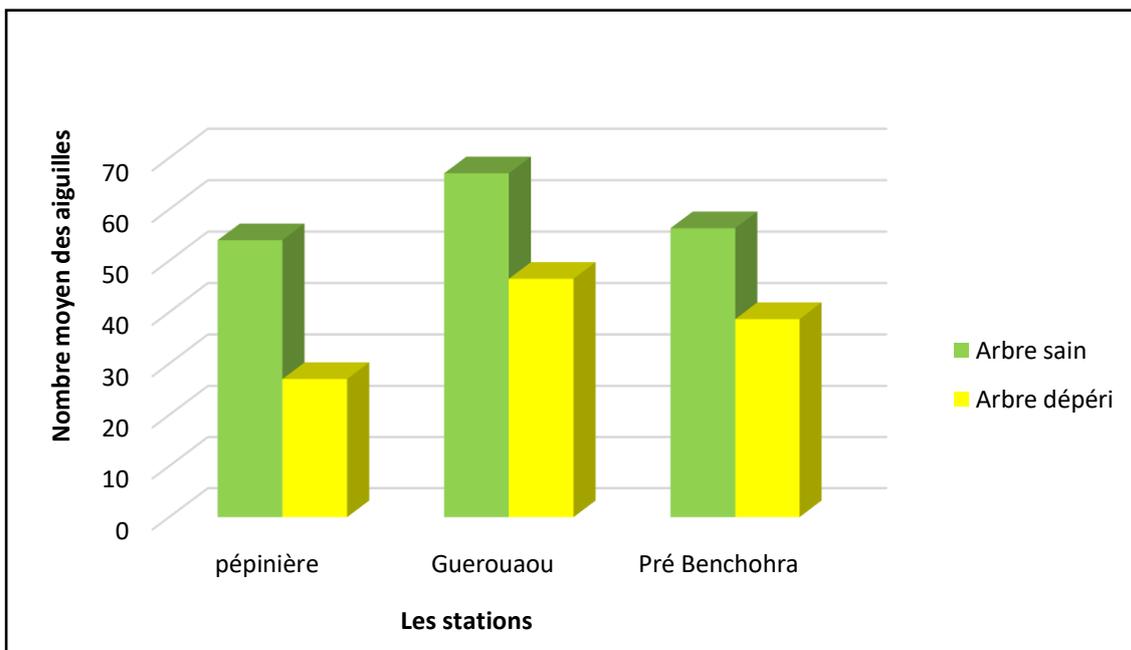


Fig. n°31 : Comparaison du nombre moyen des aiguilles saines/aiguilles attaquées par canton.

5.6.2.3. Comparaison de la longueur moyenne des aiguilles Par canton

Pour la comparaison des mesures de la longueur entre les aiguilles saines et les aiguilles attaquées, il ressort que les mêmes constatations sont observées par l'allure des histogrammes.

Cette constatation reste à confirmer par d'autres travaux ultérieurs qui peuvent nous fournir des renseignements complémentaires.

D'après nos observations, il semble que les aiguilles dépériées sont attaquées par les insectes. Apparemment les attaques et l'ampleur des dégâts ne sont pas encore très significantes.

Cependant avec les conditions favorables, les fortes pullulations provoquent des perturbations physiologiques des arbres.

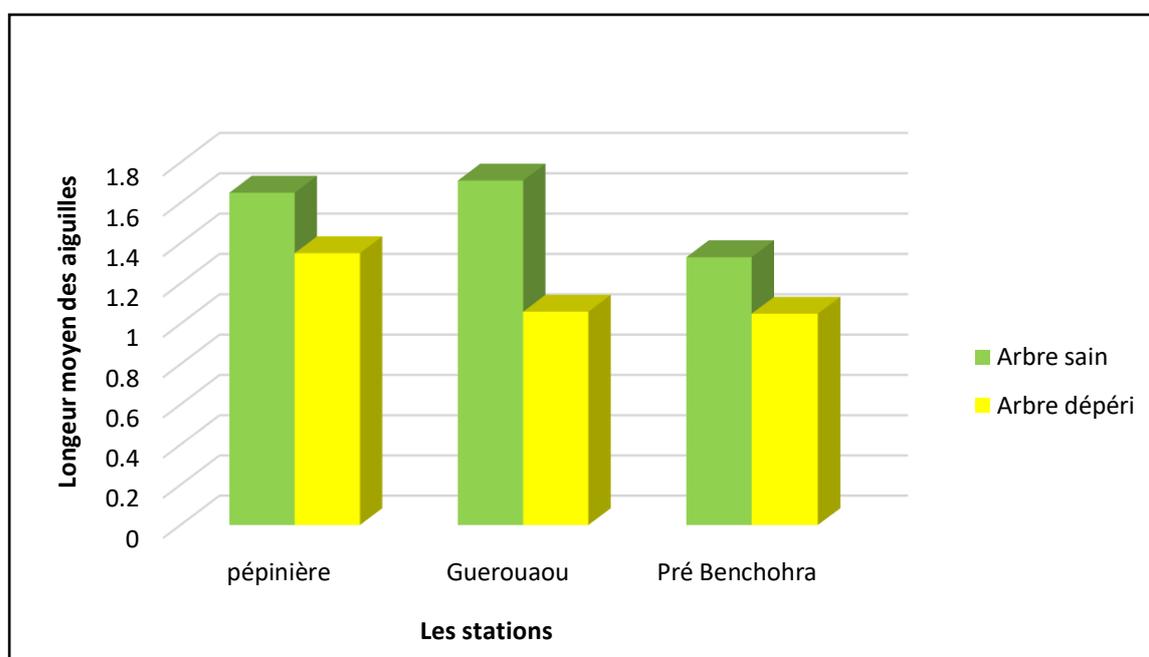


Fig. n°32 : Comparaison de la longueur moyenne des aiguilles saines/aiguilles attaquées par canton.

Au cours des années à venir, il est nécessaire d'approfondir des études sur l'anatomie et le dosage des aiguilles d'une part, et sur la biologie et écologie de ces ravageurs d'autre part, et ce afin de tirer des renseignements sur leur évolution, et de prévoir chemin faisant des moyens de lutte appropriés.

Conclusion

Conclusion

Les causes du dépérissement du cèdre sont loin d'être identifiées de façon catégorique. La difficulté d'appréhender les causes et les risques de dépérissement au niveau interstationnel nous incite à étudier ce phénomène sur une plus grande échelle (régionale) pour repérer des facteurs plus larges, applicables sur des grandes surfaces.

Les hypothèses émises sur les causes du dépérissement sont nombreuses .parmi qu'une des hypothèses actuellement avancées et relatives à l'influence des conditions stationnelle et leur relation à l'origine de toute perturbation de la vigueur et de la vitalité du cèdre.

Au niveau de la cédraie de Theniet El Had, objet de notre thèse, l'étude comparative des caractères assez systématique vise surtout à mettre en relation l'état sanitaire de feuillage au niveau des stations d'études avec les symptômes de dépérissement du cèdre de l'Atlas.

Certes chacun des agents cités est capable de provoquer à lui seul des symptômes spécifiques, mais le plus souvent l'affection de l'arbre est due au concours complexe de plusieurs agents. C'est la raison pour laquelle on n'arrive pas toujours à bien faire la différence entre ceux qui prédisposent au mal, ceux qui le déclenchent, ou ceux qui l'accompagnent. (**HARTMAN et al, 1992**).

Cette étude menée sur certaines caractéristiques morphologiques des aiguilles de cèdre de l'Atlas sur la base d'un échantillonnage systématique au total de **03** stations ont été installée à travers le parc (Theniet El Had,) qui sont différents sur le plan altitudinal floristique et bioclimatique.

Au cours de notre sortie, nous avons prélevé un total de **324** rameaux cardinaux sur **27** arbres.

Les résultats de l'étude des aiguilles de cèdre par le biais de l'analyse de la variance au seuil de signification **95%**, indique que le nombre de bouquet, le nombre et la longueur des aiguilles restent représentatifs cette variation dans les trois stations serait probablement liée à l'altitude, l'âge et l'état sanitaire des arbres.

Le faible nombre de bouquets et d'aiguilles à Theniet El Had peut s'expliquer soit par des facteurs biotiques (attaque des insectes) soit par des facteurs abiotiques (conditions climatiques défavorables).

Ainsi que l'orientation ne peut pas être le facteur représentatif donc il y a d'autres facteurs, qui pourraient occasionner le dépérissement.

L'analyse de variance interprété par des graphes, nous a permis de comparer les peuplements des trois stations et de voir que :

Conclusion

Malgré les différences au niveau faunistique entre les peuplements, il y a un rapprochement entre orientation dans une même station.

Toutefois, ces résultats méritent d'être confirmés par l'élargissement des points des prélèvements dans toutes les stations affectées par le dépérissement. L'intensité du stress hydrique pourrait être aussi estimé par l'établissement d'un bilan minéral pour le couple (arbre dépéri- arbre sain).

Par ailleurs, et dans le cas de problématique du dépérissement du cèdre de l'Atlas, il paraît indispensable d'effectuer des analyses génétiques sur plusieurs populations qui permettent de déceler des géotypes résistants au stress hydrique. Le maintien de cette espèce dans nos régions sera compromis par l'intensité des périodes de sécheresse qui selon plusieurs rapports établis seront plus fréquentes.

Enfin, nous espérons par ce modeste travail de répondre aux soucis des forestiers, chercheurs et gestionnaires pour comprendre le phénomène du dépérissement du cèdre de l'Atlas, dans un travail préliminaire comme celui-ci. Nous avons utilisé dans nos résultats un nombre d'arbres limité, mais une telle étude n'est envisageable que sur un grand nombre d'arbres avec des surfaces ou les volumes prélevés sont certainement trop grands et une étude sur plusieurs années est maintenant souhaitable.

On espère, par le biais de ce modeste travail, avoir contribué de près à répondre objectivement à l'attente du gestionnaire et au souci du chercheur.

Références bibliographiques



Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

- 1) **Abdelhamid D., 1992** - Contribution à l'étude des insectes du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) (1844) dans la cédraie de Theniet El Had. Ed.Thèse .ing. Univ. Des sciences et technologie, Blida.
- 2) **Abdelhamid D., 1998** - Contribution à l'étude biologique de l'entomofaune du cèdre de l'Atlas *Cedrus atlantica* Manetti (1844) dans la cédraie de Theniet El Had (Algérie). Thèse magister, INA, Alger.
- 3) **Anonyme ., 2001** - Tout sur le cèdre, Le Parc National des cèdres-Theniet El-Had. <http://membres.lycos.fr/cedrteh>.
- 4) **Balachowsky A., 1939** - Les cochenilles de France, d'Europe, du nord de l'Afrique et du bassin Méditerranéen. (3e partie) III. Caractères généraux des cochenilles reproduction — développement embryonnaire, développement postembryonnaire. Actualités Scientifiques et Industrielles 784.
- 5) **Balachowsky A., 1932** - Etude biologique des coccides du bassin occidental de la méditerranée .Ed . Paulechevalier et fils, Paris VI, tome XV.
- 6) **Balachowsky A., 1948** -Entomologie appliquée. Les cochenilles de France, d'Europe, du nord de l'Afrique et du bassin méditerranéen .Ed . Hermann et cie, paris, coll. ‘Act .sc et Jnd’’ N°1054, Tome IV
- 7) **Balachowski A., 1953** - Les cochenilles de France d'Europe, du nord de l'Afrique et du bassin Méditerranéen .Ed. Herman et cie,paris, coll.’Act .Sc et Jnd’’.N°1202,Tome VII.
- 8) **Balachowsky A., 1954** -Les cochenilles paléartiques de la tribu de diaspinidi. Ed. institut pasteur, paris, coll’’ Men. Sci de l’I.N.S. Pasteur ‘’.
- 9) **Becker et Levy., 1988** - À propos du dépérissement des forêts : climat, sylviculture et vitalité de la sapinière vosgienne. — Revue forestière française, vol . XL, n° 5, 1988.
- 10) **Belkaid B., 1998** - Etude phytoécologie et possibilité d'amélioration dans la cédraie dans la cédraie du parc National de Theniet El Had.ThèseIng. Institut de technologie agricole, Mostaganem.
- 11) **Benassy., 1975** - Parasite spécifique de la cochenille virgule des citrus (*lepidosaphes beckii* newm.). I. Evolution de la cochenille.
- 12) **Bentouati et Bariteau., 2006** - Réflexions sur le dépérissement du cèdre de l'Atlas des Aurès (Algérie), vol.27, 2006.
- 13) **Bonneau., 1979** - Les forêts méditerranéennes problèmes posés par leur signification historique, écologique et leur conservation.
- 14) **Bonneau M., 1988** - Le diagnostic foliaire. R.F.F, XL, 1988. n° SP : 19-28.
- 15) **Bonneau M., et Landmann G., 1988** - Le dépérissement des forêts en Europe : de quoi la forêt est-elle malade ?, La Recherche, vol.19, issue.205.
- 16) **Bonneval., 1930** - L'Algérie touristique, cahiers de centenaire de l'Algérie. Publication des Comites national métropolitain du centenaire de l'Algérie, Alger. n° VII.
- 17) **Boudy P., 1950** - Economie forestières Nord-africaine, Tome II : Monographies et traitements des essences forestières, Fasc II. Edi : Larose, Paris.
- 18) **Boudy P., 1952**- Guide du forestier en Afrique du Nord. Ed. La Maison Rustique, Paris.
- 19) **Boudy., 1955** - Economie forestière nord-africaine : Description forestière de l'Algérie et dela Tunisie. Éd. Larose, T (4), Paris, 483.
- 20) **Debazac E.F., 1964** -Manuel des conifères. Edi, Masson, Paris.

Références Bibliographiques

- 21) **Delatour C ., 1983** - Les dépérissements de chênes en Europe. *Rev.For.Fr.*, 35(4) .255-281
- 22) **Demarteau M., 2006** - Repense de *Cedrus atlantica* aux changements climatiques passés et futurs. Thèse de licence en sciences géologiques. Univ. de liège. Faculté des sciences, Belgique.
- 23) **Dajoz R., 2000** - Précis d'écologie. *Ed. Dunod*, Paris : 615.
- 24) **Dumerle et Guende ., 1978** - Influence de la sylviculture sur la relation entre le climat et la croissance du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*, *Manetti*).
- 25) **El Yousfi., 1994** - La santé du Cèdre de l'Atlas au Maroc. *Ann. Rech. For.*, T (27): 593-611.
- 26) **Emberger L., 1960** - Les végétaux vasculaires. Tome 2. Fasc.1. Ed. Masson et cie, Paris.
- 27) **Emberger L. ; 1955** - Une classification biogéographique des climats. *Rev .Labo.Bot.Géol.Zoo.Fac.Sci.Montpellier*. 7. 1-43.
- 28) **Fodil L, Ouatouat M, Kidoud F., 2012** - Contributions à l'étude de la dynamique des populations frondicole du cèdre de l'Atlas dans le parc nationale de Theniet El Had. Thèse Ing. Uni.Tiaret.
- 29) **Fritah S., 1984** - Etude de l'entomofaune du cèdre de l'Atlas dans la région de Batna et khenchla Thèse Ing, Agro, INA, Alger.
- 30) **Guinier., 1995** - Contribution à l'étude de la fructification et de la régénération du cèdre (*Cedrus atlantica M*) dans le massif du Belezma.
- 31) **Hadji O., 1998** - Contribution à l'étude éco physiologique du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica.M*) au parc national de Theniet EL Had (wilaya de Tissemsilt). Thèse magistère. INA. Alger.
- 32) **Joly R., 1975** - Les insectes ennemis des Pins. Ecole Nationale.
- 33) **Kacha S., 2009** - Contribution à l'étude de quelques facteurs causaux du dépérissement du cedre de l'atlas (*cedrus atlantica Manetti*) dans le parc national de Theniet el Had, Thèse Ing. Uni. Tiaret
- 34) **Kadik., 1987** - Contribution à l'étude du Pin d'Alep (*Pinus halepensis Mill.*) en Algérie: écologie, dendrométrie, morphologie.
- 35) **Landmann., 1988** - Comment apprécier la vitalité d'un arbre ou d'un peuplement forestier ? *Rev. For. Fr.* XLI - 5-1989.
- 36) **Larcher W., 1995** - *Physiological Plant Ecology. Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York American Journal of Plant Sciences, Vol.6 No.19, December 14, 2015.
- 37) **Mandallez, Schlaepfer R, Arnould J .,1986** - Dépérissement des forêts : essai d'analyse des dépendances January 1986, *Annales des Sciences Forestières* 43(4)
- 38) **Murri et Schlaepfer.,1987** - *Environmental Pollution* Volume 54, Issue 1, 1988.
- 39) **M'hirit O., 1994** - Le Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica Manetti*) présentation générale et état des connaissances à travers le réseau Silva Méditerranéa "le Cèdre". *Ann. Sci. For.* Maroc. Numéro spécial (27). Vol I : 03-22.
- 40) **Nezzar K., 2009** - Influence de quelques variables du milieu sur la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica Manetti*) dans le massif de Belezma (Batna).

Références Bibliographiques

- . Thèse magister en sciences agronomiques Université de Batna.
- 41) **P.N.T.E.H., 2006** - Atlas des parcs nationaux algériens.
 - 42) **Piguet., 1960** – approche spirituelles de l'écologie.
 - 43) **Quezel P; Barbero M., 1982** - Definition and characterisation of mediterranean type of ecosystems, *Ecologia mediterranea*, Tome VIII, 1-2: 15-29.
 - 44) **Quezel P., 1998** -Cèdre et cédraies du pourtour méditerranéenne : signification bioclimatique et phytogéographiques. Forêt méditerranéenne. T.XIX, n°3.
 - 45) **Quézel P., 2000** - Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. Edi Ibis, Paris.
 - 46) **Quezel., 2003** - Biodiversité végétale méditerranéenne (Frédéric Médail et Katia Diadema)
 - 47) *Annales de géographie* Année 2006 651.
 - 48) **Rahmani., 2003** - Contribution à l'étude de l'influence du Dépérissement sur la qualité de bois du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) au niveau du parc national des cèdres de Theniet El Had (W Tissemsilt).Rech. Forest. Algérie I. Régénération naturelle des principales essences constituant les forêts d'altitude du Briançonnais. Régénérations des forêts d'altitude. Université de Savoie. Office National des Forêt.
 - 49) **Ramade F., 2003** - Eléments d'écologie : écologie fondamentale. *Ed. Dunod*, Paris : p689.
 - 50) **Raouault ., 2006** - Impact of drought and site characteristics on vitality and radial growth of *Cedrus atlantica* Manetti in the Ouarsenis massif (Algeria)
-Mohamed Sarmoum, Rafael Navarro-Cerrillo, FrédéricGuibal, FatihaAbdoun. Impact of drought and site characteristics on vitality and radial growth of *Cedrus atlantica* Manetti in the Ouarsenis massif (Algeria). AGROFOR - International Journal, Faculty of Agriculture, University of East Sarajevo, 2019, 4 (3).
 - 51) **Riou-Nivert P ., 2007** - La forêt protectrice face au changement climatique January 2015.In book : L'arbre et la forêt à l'épreuve d'un climat qui change - Rapport au Premier ministre et au Parlement (Chapitre C). Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique.
 - 52) **RiouNivert P., 2005** - Les résineux. Tome 2 ; Ecologie et pathologie.Ed : IDF, Paris ,349p.
 - 53) **Rondeux., 2002** - Inventaires forestiers et biodiversité. Les cahiers forestiers de Gembloux. n°28.
 - 54) **Saadi R., 2008** - Etude dendrométrique de cèdres dépéris dans le parc national de Theniet El Had .Thèse Ing, l'Univ, Ibn khaldoun Tiaret.
 - 55) **Sarmoum M., 2008** -Sujet 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) .Ed.thèse.mag. Univ.Houari Boumediene,Alger.
 - 56) **Seltzer., 1946** - Le climat de l'Algérie .Ed :Ins.Met. phydu globe de l'Univ d'Alger.
 - 57) **Spiecker H., 1986** - overview of recent growth trends in european forests,Published: November 1999.
 - 58) **Stewart., 1974** – Syntaxonomie des groupements préforestiers et steppiques de l'Algérie aride.
 - 59) **Till., 1986** - L'influence des facteurs écologiques sur l'épaisseur des cernes du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* (End.) Carrière) au Maroc. EcologieMéditerranéenne.

Références Bibliographiques

- 60) **Tighrini K., 2006** - Le recouvrement des peuplements forestiers à travers l'étagement altitudinale de la cédraie de Theniet el had cas de canton PEPINIERE (W. Tissemsilt) Thèse Ing. Uni.Tiaret.
- 61) **Toth J., 1982 – 1984** - 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. Centre de recherche forestière d'Avignon. Bull. Soc et Sci. Nat. Vaucluse.
- 62) **Toth J.P., 2005** - Le cèdre en France, étude approfondi de l'espèce. Edi Harmattan, Paris.
- 63) **Zedek M., 1993** - Contribution à l'étude de la productivité du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le parc national de Theniet El Had. Thèse de Magister. Ins. Nat. Agrd'El Harrach, Alger.
- 64) **Zemirli M., 2006** - Contribution à l'étude écodendrométrique du *Cedrus atlantica* Manetti dépéris dans le parc national de Theniet El Had .Thèse Ing. Uni.Tiaret.
- 65) **Zine el abedine A., 2003** - Le dépérissement des forêts au Maroc Analyse des causes et stratégie de lutte. Sécheresse N°4.

Anneke

Annexe 01: Variation de nombre de bouquets, de nombre et longueur des aiguilles en fonction d'orientation et des trois stations (tableau brute).

parcs	Stations	orientations	nbr bouquet	nbr aiguilles	Longueur
P N T H	station 01	Nord	19	29	11,54
		Sud	22	29	11,22
		Est	22	17	10,13
		Ouest	17	31	11,76
	station 02	Nord	18	36	14,97
		Sud	16	47	16,67
		Est	17	40	16,39
		Ouest	15	43	16,86
	station 03	Nord	19	46	14,24
		Sud	17	40	14,34
		Est	20	42	14,14
		Ouest	16	35	14,58

Annexe 02 :



Fig.n°01 : Aiguilles du cèdre de l'atlas attaqué par les cochenilles. (Hamani B, 2020)

Annexe 03 :



Fig.n°02 : Des espèces observer sur les rameaux du cèdre de l'atlas. (Boubtana K, 2020)

Résumé

Résumé :

Le cèdre de l'Atlas, *Cedrus atlantica*, est l'un des résineux les plus importants dans le nord de l'Afrique, tant du point de vue économique, esthétique, que culturel. Cet arbre connaît un dépérissement depuis plusieurs années suite à l'interaction de plusieurs facteurs destructeurs.

L'étude a été effectuée au céderais de Theniet El Had au niveau de la chaîne montagneuse de l'Ouarsenis wilaya de Tissemsilt. Cette étude menée sur certaines caractéristiques morphologiques des aiguilles de cèdre de l'Atlas sur la base d'un échantillonnage systématique au total de 03 stations ont été installées, qui sont différentes sur le plan altitudinal floristique et bioclimatique.

Nous avons prélevé un total de 324 rameaux cardinaux sur 27 arbres, par le prélèvement des branches.

Dans notre travail on fait aussi un inventaire qui nous a permis de connaître les cochenilles rencontrées dans la cédraie et voir les dégâts résultant, le travail divisé en 5 chapitres :

- Généralité sur le cèdre
- Le dépérissement de cèdre de l'Atlas
- Présentation de la zone d'étude
- Matériels et méthode
- Résultats et discussions

Les mots clés : P N T H, Dépérissement, Les aiguilles, Cochenilles, Cèdre de l'Atlas, insectes, *L pini*, *C kabyliensis*, *D regneri*.

Abstract:

Atlas cedar, *Cedrus atlantica*, is one of the most important resinous in North Africa, over economic, esthetic and cultural sides. It's been suffering these last years from a severe decline because of various degradation interaction factors.

The study was carried out in the Theniet El Had cederais in the Ouarsenis wilaya of Tissemsilt mountain range. This study carried out on certain morphological characteristics of

Atlas cedar needles on the basis of a systematic sampling in 03 stations were installed, which are different in altitudinal floristic and bioclimatic plan.

We took 324 cardinal branches from 27 trees, by removing the branches.

In our work, we make an inventory that allows us to know the Cochineal encountered in the cedar forest and see the resulting damage, the work divided into 5 chapters:

General on cedar

Atlas cedar decline

Presentation of the study area

Materials and method

Results and discussions

Keywords: P N T H , Dieback, The needles, Cochineal, , Atlas cedar, insects, *L pini*, *C kabyliensis*, *D regneri*.

ملخص :

يعتبر الأرز الأطلسي من بين الأشجار الصمغية الأكثر أهمية في شمال إفريقيا، سواء من الناحية الاقتصادية أو الجمالية أو الثقافية ، وفي الآونة الأخيرة بدأ تعرض هذه الشجرة إلى الموت البطيء واضمحلال نتيجة أسباب عديدة ومتشابهة.

أجريت هذه الدراسة في غابة أرز الأطلس بثنية الحد الواقعة في امتداد سلسلة جبال الونشريس بولاية تيسمسيلت، بهدف دراسة بعض الخصائص المورفولوجية لإبر الأرز الأطلسي على أساس أخذ عينات منها في إجمالي 03 محطات ، والتي تختلف في مخطط ارتفاع والمناخ الحيوي.

أخذنا مجموعه 324 غصنا من 27 شجرة ، عن طريق إزالة الأغصان

في عملنا ، نقوم أيضاً بإجراء ملاحظات تسمح لنا بمعرفة حشرات البق الدقيقي الموجود في بستان الأرز الأطلسي ومعرفة الضرر الذي تسببه.

العمل مقسم إلى 5 فصول:

عام على الأرز الأطلسي

تدهور الأرز الأطلسي

عرض تقديمي لمنطقة الدراسة

الوسائل وطريقة العمل

النتائج والمناقشات

Résumé

الكلمات المفتاحية: الحظيرة الوطنية ثنية الحد . تدهور. الإبر. حشرات البق الدقيقي. الأرز الأطلسي.

L pini, C kabyliensis, D regneri.