

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun–Tiaret

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Science Biologique

Spécialité : Ecologie Animale

Présenté par :

LAZREG Fatima Zohra

BENHENNA Fatma

Thème

L'importance de l'activité biologique des huiles essentielles de *Cedrus atlantica* à l'égard des insectes suceurs de sève des aiguilles (cas des cochenilles) dans la forêt naturelle de Theniet El Had.

Soutenu publiquement le 08/07/2019

Jury:

Encadreur : Mr. ABD ELLHAMID .D.

Président : Mr. BOUNACEUR. F.

Examineur : Mr. BERRAYAH .M.

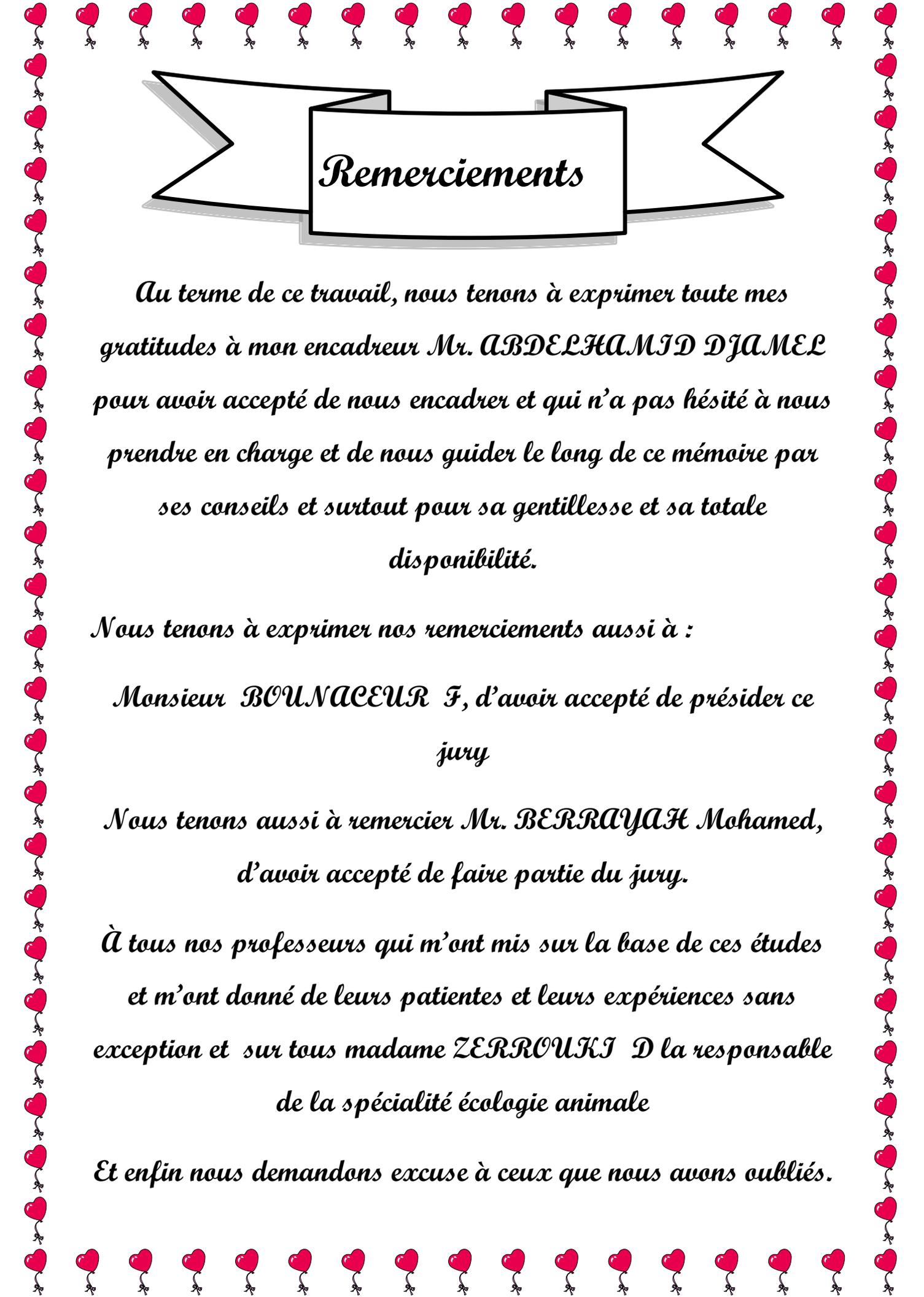
Grade

MCB

PR

MCA

Année universitaire : 2018-2019



Remerciements

*Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer toute mes
gratitudes à mon encadreur Mr. ABDELHAMID DJAMEL
pour avoir accepté de nous encadrer et qui n'a pas hésité à nous
prendre en charge et de nous guider le long de ce mémoire par
ses conseils et surtout pour sa gentillesse et sa totale
disponibilité.*

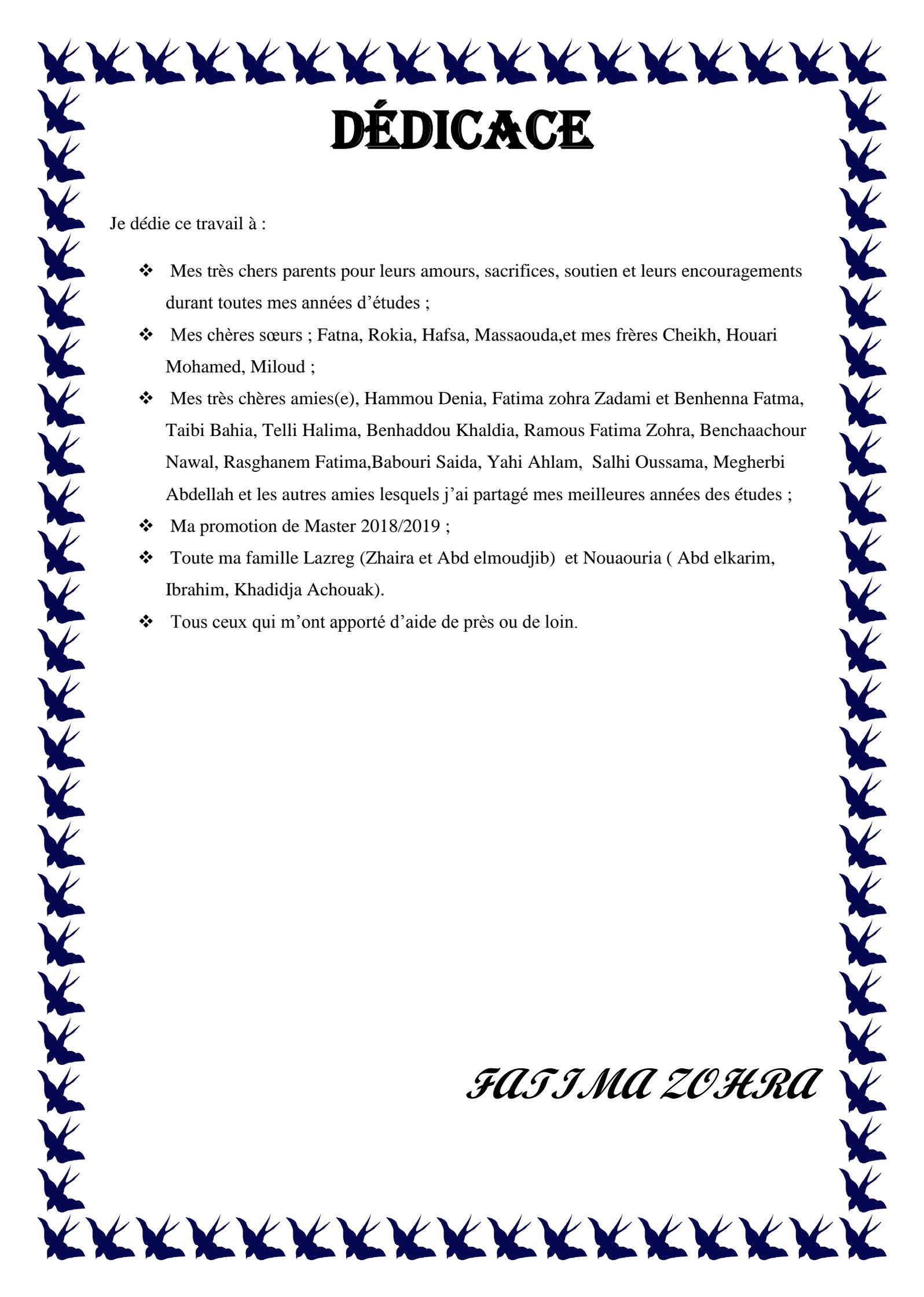
Nous tenons à exprimer nos remerciements aussi à :

*Monsieur BOUNACEUR F, d'avoir accepté de présider ce
jury*

*Nous tenons aussi à remercier Mr. BERRAUAH Mohamed,
d'avoir accepté de faire partie du jury.*

*À tous nos professeurs qui m'ont mis sur la base de ces études
et m'ont donné de leurs patientes et leurs expériences sans
exception et sur tous madame ZERROUKI D la responsable
de la spécialité écologie animale*

Et enfin nous demandons excuse à ceux que nous avons oubliés.



DÉDICACE

Je dédie ce travail à :

- ❖ Mes très chers parents pour leurs amours, sacrifices, soutien et leurs encouragements durant toutes mes années d'études ;
- ❖ Mes chères sœurs ; Fatna, Rokia, Hafsa, Massaouda, et mes frères Cheikh, Houari Mohamed, Miloud ;
- ❖ Mes très chères amies(e), Hammou Denia, Fatima zohra Zadami et Benhenna Fatma, Taibi Bahia, Telli Halima, Benhaddou Khaldia, Ramous Fatima Zohra, Benchaachour Nawal, Rasghanem Fatima, Babouri Saida, Yahi Ahlam, Salhi Oussama, Megherbi Abdellah et les autres amies lesquels j'ai partagé mes meilleures années des études ;
- ❖ Ma promotion de Master 2018/2019 ;
- ❖ Toute ma famille Lazreg (Zhaira et Abd elmoudjib) et Nouaouria (Abd elkarim, Ibrahim, Khadidja Achouak).
- ❖ Tous ceux qui m'ont apporté d'aide de près ou de loin.

FATI MA ZOHRA



DÉDICACE

Je dédie ce travail à :

- Mon Papa pour avoir fait de moi ce que je suis aujourd'hui. Merci pour les valeurs que tu as m'inculquer : le travail, la politesse, la gentillesse et le respect. Sache que pour moi, tu es un exemple à suivre, je t'admire et je t'aime très fort.
- Maman, je te remercie pour ta patience, pour m'écouter, m'encourager, me rassurer sans jamais me juger. Merci pour ton amour et ton soutien sans faille. Je t'aime maman.
- Mes frères : Naceur, Cheikh, Abd Rahim, vous êtes des beaux frères dans le monde.
- Mes très chères sœurs Hayat et Om khalifa, vous êtes des belles sœurs dans le monde. Je vous remercie à tous nos bons moments partagés, pour vos soutiens et vos conseils. Je souhaite à vous une vie pleine de santé et des bons moments.
- Mes très chères amies : Zadami Fatima Zahra, Lazreg Fatima Zohra,
- Ma promotion de Master 2018/2019.

Fatma

Liste des abréviations

AMH : Agar de Mueller Hinton.

D.Z.I : Diamètre de Zone d'Inhibition.

FAO: Food Agriculture Organization.

OH : Hydroxyle.

GIEC : Groupe Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat. A été créé en 1988 à la demande de G7 (groupe des sept pays les plus riches) par l'OMM (Organisation

Météorologique Mondiale) et le PNUE.

GN : Gélose Nutritif.

HE : Huile Essentielle.

H.E.C.T : Huile Essentielle Chémo Typées.

Mc : Mortalité corrigée.

Mt : Pourcentage de morts dans la population témoin.

M : Pourcentage de morts dans la population traité.

PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement.

P.N.T.H: Parc National de Theniet el Had.

R : Rendement.

Liste des figures

- **Figure 01** : Les caractères botaniques du cèdre de l'Atlas.....05
- **Figure 02** : Les stades débourement de cèdre de l'Atlas.....06
- **Figure 03** : Répartition géographique du cèdre de l'Atlas en Algérie.....08
- **Figure 04** : *Dynaspidiotus regneri* sur les aiguilles de cèdre de l'Atlas.....11
- **Figure 05** : a- Œufs d'hiver *Pucéron (Cinara cedri* sur une aiguille de cèdre de l'Atlas).....20
- **Figure 05** : b- *Pucéron Cinara* sur une aiguille de cèdre de l'Atlas.....20
- **Figure 05** : c- *Pucéron cedrobium laroptei*.....20
- **Figure 06** : a- Colonie du *pucéron cedrobium laroptei* sur un rameau de cèdre de l'Atlas.....21
- **Figure 06** : b- Colonie des *pucérons cedrobium laroptei* sur un rameau de cèdre de l'Atlas...21
- **Figure 07** : Type des trois cochenilles.....22
- **Figure 08** : Les trois types de cochenilles vues par loupe sur des aiguilles de cèdre de l'Atlas.22
- **Figure 09** : Morphologie de la cochenille de type *Leucaspis pini* H.....24
- **Figure 10** : Morphologie de la cochenille de type *Dynaspidiotus regneri*.....25
- **Figure 11** : Morphologie de la cochenille de type *Chionaspis Kabyliensis*.....25
- **Figure 12** : Appareil génitale de la processionnaire du pin *T.pitycompa* schiff.....28
- **Figure 13** : Appareil génitale de la processionnaire du cèdre *T.bonjeani* Powell.....28
- **Figure 14** : Attaque de la *Thaumethopea pityocompa* sur un sujet du cèdre de l'Atlas au parc national de Theniet El Had.....29
- **Figure 15**: Cochenille à bouclier sur une aiguille de cèdre.....34
- **Figure 16**: Milliers de cochenille virgule du pommier sur le tronc d'un peuplier.....34
- **Figure 17** : Bouclier circulaire d'une *Diaspidide* sur une aiguille de sapin.....35
- **Figure 18**: Une femelle *Diaspidine* et deux exuvies jaunes à gauche imbriquées dans le bouclier.....36
- **Figure 19** : Morphologie d'une cochenille femelle *Diaspididea*.....37
- **Figure 20** : Morphologie de cochenille mâle adulte aile d'une *Diaspidide*.....38
- **Figure 21**: Une femelle adulte mature de *Coccide*.....39
- **Figure 22**: Cochenille à carapace.....39
- **Figure 23**: Miellat et fourmis.....40
- **Figure 24**: Pulvinarias p (*Coccidae*) et son ovisac.....41
- **Figure 25**: Bouclier caractéristique d'un mâle *coccide*.....42

• Figure 26: Cochenille farineuse (<i>Pseudococcides</i>).....	42
• Figure 27: Une larve de coléoptère du genre <i>Hyperaspis</i> se nourrissant d'une cochenille de magnolia.....	43
• Figure 28: Le parc national de Theniet El Had.....	47
• Figure 29: Carte de situation de parc national de Theniet El Had.....	47
• Figure 30: Diagramme Embrothermique de trois stations de la zone d'étude.....	51
• Figure 31: Localisation de la zone d'étude de climagramme d'Emberger.....	52
• Figure 32: Localisation des stations d'étude.....	53
• Figure 33: Schéma explicative de protocole expérimental (au terrain).....	55
• Figure 34: Méthode d'échantillonnage de la faune frondicole.....	56
• Figure 35: Localisation des arbres pour prélèvement des échantillons au niveau de trois stations.....	57
• Figure 36: Détermination et dénombrement de la faune d'une branche.....	57
• Figure 37: Schéma explicative de protocole expérimental (au laboratoire).....	59
• Figure 38: Le bois sain.....	60
• Figure 39: Le bois dépéri.....	60
• Figure 40: Montage de l'hydro-distillation employé pour extraction des huiles essentielles... 60	60
• Figure 41: Décantation de distillat.....	61
• Figure 42: Huile essentielle obtenu.....	61
• Figure 43: Principe de la méthode de diffusion par disque.....	63
• Figure 44: Les différentes branches utilisées dans l'insecticide.....	65
• Figure 45 : Estimation des dégâts au niveau des aiguilles attaquées des trois cochenilles.....	67
• Figure 46 : Estimation des dégâts des trois cochenilles.....	67
• Figure 47 : Les différents HE du cèdre de l'Atlas.....	69
• Figure 48 : Les pourcentages de rendement en HE de cèdre de l'Atlas.....	69
• Figure 49 : Différents D.Z.I. de deux souches testées E. coli et S. aureus.....	71
• Figure 50 : Différents D.Z.I. des souches testées.....	72
• Figure 51 : L'effet de l'antibiotique (acide Nalidixique).....	73
• Figure 52 : Différents D.Z.I. des souches testées de l'antibiotique (acide Nalidixique).....	74
• Figure 53 : Evaluation de la toxicité d'HE par contact (cas des cochenilles).....	75
• Figure 54 : Les ravageurs des graines du cèdre de l'Atlas.....	76

Liste des tableaux

- **Tableau01** : Caractères botaniques et biologiques comparées des quatre espèces du genre *Cedrus*.....04
- **Tableau 02** : Températures moyennes mensuelles en °C de la zone d'étude (2001-2012)..49
- **Tableau 03** : Moyennes de précipitations mensuelles de la zone d'étude (2001-2012).....50
- **Tableau 04** : Caractéristiques bioclimatiques de la zone d'étude.....52
- **Tableau 05** : Matériels utilisées.....54
- **Tableau 06** : Dénombrement des cochenilles.....58
- **Tableau 07** : Provenance des germes testés.....62
- **Tableau 08** : L'effet insecticide (du bois dépéri).....65
- **Tableau 09** : Différents rendements d'HE du cèdre de l'Atlas.....68
- **Tableau 10** : Différents D.Z.I. des souches testées.....71
- **Tableau 11** : Différents D.Z.I. des souches testées sous l'effet de l'acide antibiotique (acide Nalidixique).....74
- **Tableau 12** : Evaluation de la toxicité d'HE par contact (cas des cochenilles).....75
- **Tableau 13** : Mortalité par l'effet contacte des insectes traités avec HE extraits du bois dépéri de cèdre de l'Atlas.....76

Sommaire

Remerciements

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Sommaire

Introduction..... 1

Partie bibliographique

I. Généralités sur le cèdre de l'Atlas	3
I.1. Historique de cèdre de l'Atlas	3
I.2. Caractères botaniques et forestières.....	3
I.3. Position systématique du cèdre de l'Atlas	6
I.4. Aire de répartition naturelle.....	7
I.5. Facteurs de répartition du cèdre de l'Atlas	8
I.5.1 Précipitation.....	8
I.5.2. Température.....	8
I.5.3. Altitude	9
I.5.4. Exposition.....	9
I.6. Aire d'introduction du cèdre de l'Atlas	9
I.7. L'importance écologique et économique du cèdre de l'Atlas	10
I.8. Ennemis du cèdre de l'Atlas	10
II. Généralités sur les huiles essentielles	12
II.1. Historique des huiles essentielles	12

II.2. Définitions	12
II.3. Les processus des huiles essentielles.....	12
II.4. Les grandes familles des huiles essentielles.....	13
II.5. Méthodes d'obtention des huiles essentielles	13
II.6. Conservation et stockage des huiles essentielles.....	14
II.7. Toxicité des huiles essentielles.....	14
II.8. Domaine d'application des huiles essentielles.....	14
II.9. Précaution d'emploi	15
II.10. Mode d'utilisation.....	15
III. Généralités sur les ennemis du cèdre de l'Atlas	18
III.1. Les suceurs de sève	18
III.1.1. Pucerons	18
III.1.2. Historique	18
III.1.3. Biologie.....	18
III.1.4. Relation pucerons Fourmies.....	19
III.1.5. Diagnostic et dégâts	19
III.2. Les cochenilles.....	21
III.2.1. Généralité sur les cochenilles.....	21
III.2.2. Notion de l'espèce.....	21
III.2.1.1. Caractérisation et évolution des cochenilles rencontrées sur les aiguilles du Cèdre de l'atlas.....	22
III.2.1.2. Leucaspis pini H.....	22
III.2.1.3. Dynaspidiotus regneri B.....	24
III.2.1.4. Chionaspis kabyliensis	25
III.2.1.5. Ravageurs des aiguilles de cèdre	26
III.2.3 Clés d'identification rapide	32

III.2.4. Morphologie des cochenilles adultes	32
III.3. Les cochenilles du Québec.....	33
III.3.1 .Les cochenilles à bouclier (Diaspididae).....	33
III.3.2. Le bouclier	35
III.3.3 .Morphologie.....	36
III.3.4. Reproduction.....	38
III.4 .Cochenilles à carapace	38
III.4.1. Miellat et fourmis.....	39
III.4.2. Ovisac ou chambre à couvain	40
III.4.3. Cycle de vie.....	41
III.4.4. Morphologie.....	41
III.5. Cochenille farineuse (Pseudococcidae)	42
III.6. Prédateurs et parasitoïdes.....	43

Partie Expérimentale

IV. Zone d'étude	44
IV.1. Historique sur le Parc National de Theniet el Had	44
IV.2. Sites et paysages naturels remarquables	44
IV.3. Milieu biotique.....	44
IV.4. Milieu abiotique.....	45
IV.4.1. Géologie.....	45
IV.4.2. Sol	45
IV.5. Situation géographique	46
IV.6. Données géologiques	48
IV.7. Situation administrative	48

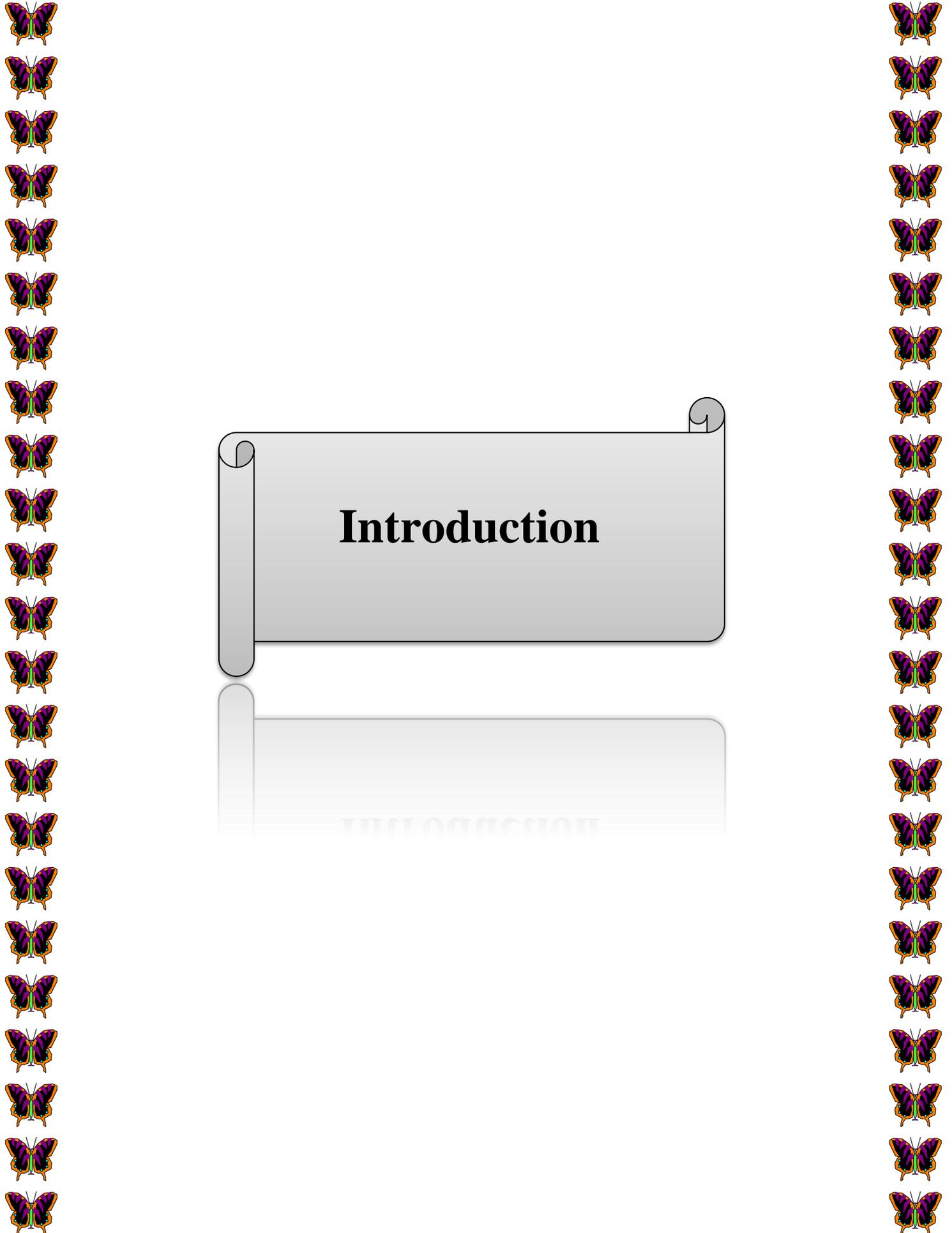
IV.8. Données climatiques	49
IV.8.1. Température	49
IV.8.2. Pluviométrie.....	50
IV.8.3. Vent.....	50
IV.8.4. Gelée	50
IV.8.5. Neige.....	50
IV.8.6. Synthèse climatique	51
V. Matériel et Méthodes	53
V.1. Description des stations d'étude	53
V.2. Matériel utilisé	53
V.3. Protocole expérimentale.....	54
V.3.1. Echantillonnage	55
V.4. Extraction des huiles essentielles.....	60
V.4.1. Découpage des bois	60
V.4.2. Extraction par hydro-distillation.....	60
V.4.3. Conservation des HE obtenue.....	61
V.4.4. Détermination du rendement en HE	61
V.5. Evaluation de l'activité antibactérienne	62
V.5.1. Choix des souches bactériennes.....	62
V.5.2. Conservation des souches bactériennes	62
V.5.3. Choix des milieux de culture	62
V.5.4. Standardisation des suspensions des souches bactériennes	63
V.5.5. Méthode de diffusion par disque (aromatogramme	63
V.5.6. Test d'antibiotique (antibiogramme	64
V.6. La lutte contre les cochenilles.....	64
V.6.1. Evaluation de la toxicité des HE par contact (cas des cochenilles.....	64
V.6.2. Test de toxicité par contact d'HE sur les ravageurs des graines.....	66

VI. Résultats et discussion	67
VI.1.Estimation des dégâts au niveau des aiguilles attaquées par des trois cochenilles	67
VI.2.Rendement en HE	68
VI.3. Activité antibactérienne de HE	70
VI.4. Résultat d'antibiogramme	73
VI.5. Activité insecticide	75
VI.5.1. Toxicité par contact sur les graines attaquées par les insectes	76
Conclusion.....	78

Références bibliographiques

Annexes

Résumé



Introduction



Par sa position géographique, l'Algérie présente une grande diversité de biotope occupée par une importante richesse floristique estimée de 4.1 millions hectares dont 1.3 millions hectares représentent la forêt naturelle, le reste représente les maquis, les matorrals, les reboisements et les terres improductives. Ses forêts renferment une riche diversité biologique ; constituent dans certains cas des écosystèmes ou paysages d'intérêt mondial (**FAO, 2000**).

Les plantes sont depuis toujours une source essentielle de médicaments. A travers les siècles, les traditions humaines ont su développer la connaissance et l'utilisation des plantes médicinales qui ont pour objectif de vaincre la souffrance et d'améliorer la santé des humains (**Larousse, 2001**).

Le cèdre de l'Atlas « *Cedrus atlantica* Manetti », est une essence forestière originaire d'Afrique du Nord. Elle est considérée comme étant l'essence noble par excellence (**Boudy, 1950 in Krouchi, 2010**). En Algérie, le cèdre apparaît en populations très dispersées occupant partout les sommets de montagnes.

D'après **Derridj (1990)** les cédraies algériennes ont énormément régressé suite à leurs exploitations incontrôlées pendant plusieurs millénaires. Cependant l'équilibre de la forêt devient extrêmement fragile, et il est même rompu dans certaines localités (**Ezzahiri et al, 1994**). Le même auteur ajoute que ce phénomène a entraîné la perturbation de plusieurs mécanismes d'ordre physiologique et biologique et plus particulièrement celui de la régénération naturelle.

Une huile essentielle est la fraction odorante volatile extraite des végétaux. Elle peut être extraite de différentes parties des plantes comme les feuilles, les fleurs, l'écorce, les graines, les fruits et le bois comme celui du cèdre de l'Atlas (**Festy, 2014**). Les huiles essentielles suscitent de plus en plus d'intérêt des chimistes, biologistes et des médecins en raison de leur utilisation dans le traitement de certaines maladies infectieuses pour lesquelles les antibiotiques de synthèse deviennent de moins en moins actifs ou dans la préservation des aliments contre l'oxydation comme alternatives aux produits chimiques de synthèse (**Ouis, 2015**).

La faune du cèdre constitue un domaine pratiquement inexploré dans le Nord de l'Afrique (Maroc et Algérie) :

Depeyerimhoff, 1919-1933 ; Villiers, 1946 ; Balachowsky, 1963-1969 ; Chararas et al., 1968 ; Mouna et al ; 1985 ; Fabre, 1988 ; Abdelhamid, 1992-1999 ; Mouna et Graf, 1994 ; Gachi, 1994 ; Démolin et al., 1994 ; Khemici, 2001 ; Mouna et Fabre, 2005 ; Bouchrih, 2005-2013 ; Kacha, 2009 ; Talbi, 2010. Qui sont consacrés aux insectes ravageurs de cette essence.

Ce résineux porte des insectes qui lui causent des dommages économiquement appréciables.

Aux dégâts d'insectes s'ajoutent ceux des facteurs abiotiques (climat, sol,...) et biotiques (humains et animaux...).

Il nous a paru utile de prendre en compte, non seulement les ravageurs (Cochenilles) mais également les populations d'insectes et leurs complexes parasitaires.

-L'objectif de notre travail intéresse sur :

- 8 La conservation de l'espèce du Cèdre de l'Atlas comme un patrimoine national.
- 8 L'importance et la valorisation des huiles essentielles.
- 8 L'utilisation et lutte biologique contre les insectes cas des : Cochenilles.

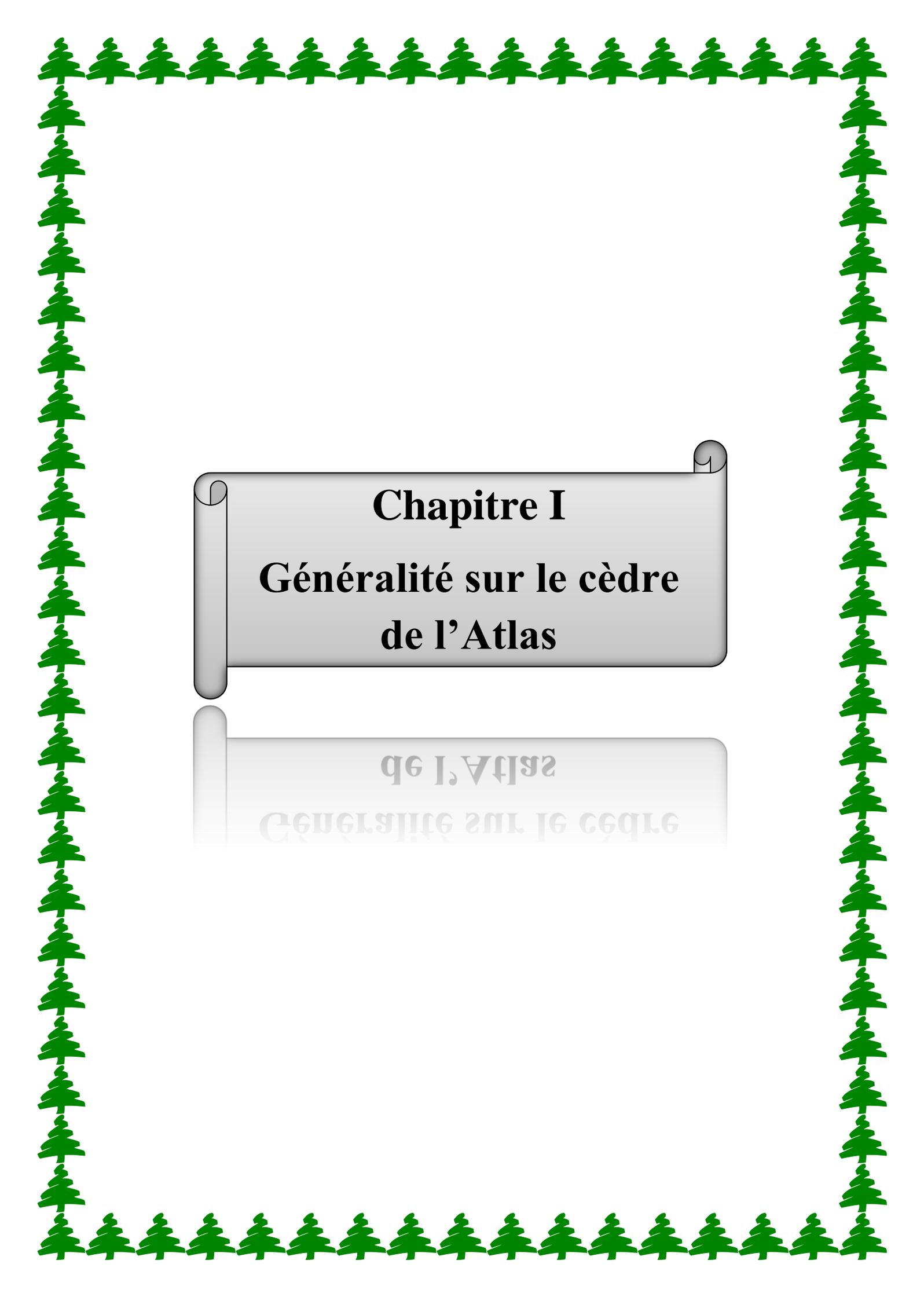
Notre travail s'intéresse à étudier l'activité insecticide par contact (cas des cochenilles). Cette étude nous permet de poser la problématique suivante :

-La première partie de ce manuscrit, c'est une étude bibliographique est menée en trois chapitres. Le premier chapitre aborde des généralités sur le cèdre de l'Atlas et le deuxième chapitre traite des généralités sur les huiles essentielles et le troisième chapitre traite des généralités sur les ennemis de cèdre de l'Atlas.

- La deuxième partie expérimentale porte sur la présentation de la zone d'étude. Illustre le matériel et les méthodes mis en œuvre pour extraction des huiles essentielles de cèdre de l'Atlas et l'insecticide.

Partie bibliographique

bibliographique



Chapitre I

Généralité sur le cèdre de l'Atlas

de l'Atlas

Généralité sur le cèdre

I. Généralités sur le cèdre de l'Atlas

I.1. Historique

Le cèdre de l'Atlas, découvert par Webbs en 1826, sa présence relève du tertiaire au début du quaternaire. Son aire naturelle s'étend du Maroc (Rif, Moyen et Grand Atlas) à l'Algérie (Djurdjura, Monts des Aurès, Hodna et Babors, Atlas de Blida et massif de l'Ouarsenis) (**Boudy, 1950 ; Bouchon, 1995**).

Le cèdre de l'Atlas *Cedrus atlantica* Manetti est une essence endémique des montagnes de l'Afrique du Nord spécialement le Maroc et l'Algérie. Il est d'ailleurs considéré par plusieurs auteurs comme l'espèce la plus importante, économiquement et écologiquement, de la montagne méditerranéenne (**M'herit et al. 2006 ; Terrab et al. 2006**).

La position taxonomique du Cèdre de l'Atlas *Cedrus atlantica* Manetti est une gymnosperme de l'ordre des *coniferales* et de la famille des pinacées. Il est connu en Afrique du Nord sous le nom de « Meddad » ou « Erz ». Cependant, son nom berbère est « Begnoun » ou « Ithguel » (**M'herit, 1982**).

La configuration de l'aire naturelle de l'espèce et sa variabilité écologique ont favorisé une différenciation de morphotypes divers et d'écotypes adaptés à une gamme étendue de climats et de substrats géologiques (**Harfouche et Nedjahi 2003**).

Sa répartition ne fut pas toujours celle que nous connaissons actuellement. Toutefois le cèdre existait dans l'ensemble du nord du bassin circumméditerranéen, dans de très nombreuses stations européennes à l'époque du mio-pliocène, avant le déplacement vers le Sud de la végétation méditerranéenne, ainsi que l'ont prouvé les analyses polliniques de sédiments (**Pons, 1994 in Toth, 1980**).

I.2. Caractères botaniques et forestières

Le Cèdre de l'Atlas est un arbre de grande taille, susceptible de dépasser les 50 m de haut. Son port pyramidal au stade juvénile, présente des ramifications de premier ordre souvent redressées. A l'âge adulte, il prend une forme tabulaire (**Gaussen, 1967**). La longévité du Cèdre est très remarquable, elle peut dépasser 1000 ans (**Boudy, 1950**).

Les caractéristiques botaniques du cèdre de l'Atlas ont été décrites par plusieurs auteurs, dont les plus importantes sont résumées dans le tableau (1) et illustrées dans les figures (1,2 et 3).

Le genre *Cedrus* comprend quatre espèces qui sont : *Cedrus Libani* (cèdre de Liban), *Cedrus brevifolia* (cèdre de Chypre), *Cedrus atlantica* Manetti et *Cedrus deodara* (espèce

himalayenne). Ce genre se distingue des autres espèces des pinacées par la présence de deux sortes de rameaux, les uns sont courts (mésoblastes), portant des aiguilles persistantes rassemblées en rosettes, portés par d'autres de longueur normale (auxiblastes) garnis d'aiguilles disposées en spirale (Toth, 2005). Le même auteur ajoute, les aiguilles du cèdre sont persistantes, et leur durée de vie est de trois ans. Cependant chaque année 1/3 des aiguilles tombent et sont renouvelées.

Le genre *Cedrus* porte des cônes constitués d'écaillés disposées en spirale ; les cônes mâles et femelles sont séparés, mais portés par le même spécimen (plante monoïque).

De nombreux chercheurs ont fait la description des quatre espèces constituant le genre *Cedrus* et des comparaisons entre elles. Cependant ils ont appréhendé plusieurs différences.

Tableau 01 : Caractères botaniques et biologiques comparés de quatre espèces du genre *Cedrus* (Farjon, 1990 et Toth, 2005 in Emile Rohe, 2007)

Espèce	<i>C.atlantica</i>	<i>C.libani</i>	<i>C.bervifolia</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
Période de pollinisation	mi-septembre	mi-septembre	Début novembre	Début novembre
Durée de maturité	2 ans	2 ans	2 ans	1 an

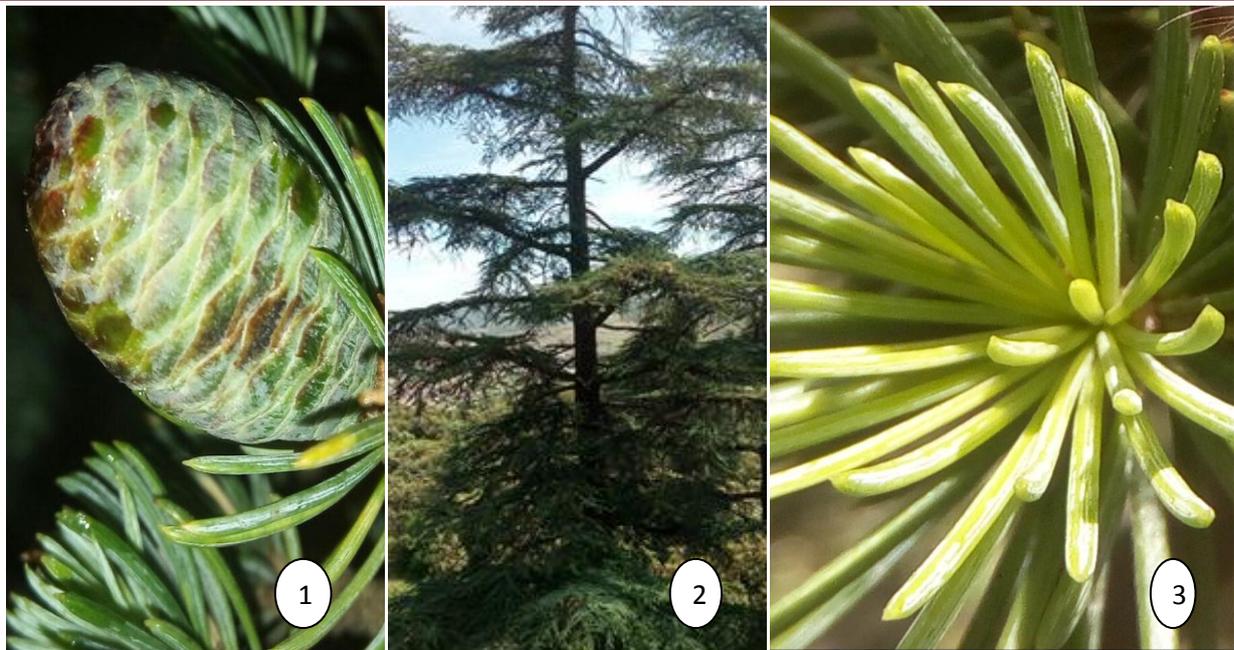


Figure 01 : les caractères botaniques du cèdre de l'Atlas (1 : cône, 2 : L'arbre de cèdre, 3 : Les aiguilles) (cliché par LAZREG 18/05/2019).

Les racines du cèdre de l'Atlas sont très étendues et ramifiées. De plus elles sont pivotantes, elles assurent la stabilité de l'arbre (Toth, 1970). Mais elles sont rarement pivotantes et la stabilité de l'arbre est assurée (Boudy, 1952 in Krouchi, 2010). Les racines obliques sont très fortes car elles colonisent les sols profonds et humides (Toth, 1970 in Krouchi, 1995).

Les feuilles ont des formes d'aiguilles (aciculaires), raides et fines, peu aigues et de couleur verte ou glauque. Généralement sont arquées et groupées en rosettes de 30 à 40 aiguilles sur des rameaux courts (M'herit, 2006). Leur longueur est légèrement variable généralement elle est de 10 à 25 mm.

La figure suivante nous montre les aiguilles de cèdre de l'Atlas et quelques stades de son débourrement.

Le poids du cône, à l'échelle des provenances algériennes, est en moyenne de 55,83 g, sa longueur de 6,28 cm et son diamètre de 5,17 cm (Derridj, 1990).

Les graines du cèdre ont une forme triangulaire de taille de 10 à 15 mm de longueur, prennent des couleurs ternes tendant vers le marron, et munies d'aile longue, tendre et enveloppées d'une pellicule résineuse protectrice ; si cette pellicule est lésée, la germination devient impossible (Benssaci, 2006 in Rahmani, 2010).

La longévité du cèdre de l'Atlas est impressionnante, elle dépasse certainement 600 à 700 ans, on lui attribue 1000 ans et plus. Il peut donner des graines fertiles jusqu'à un âge avancé (Boudy, 1952 in Chbouki, 1994).

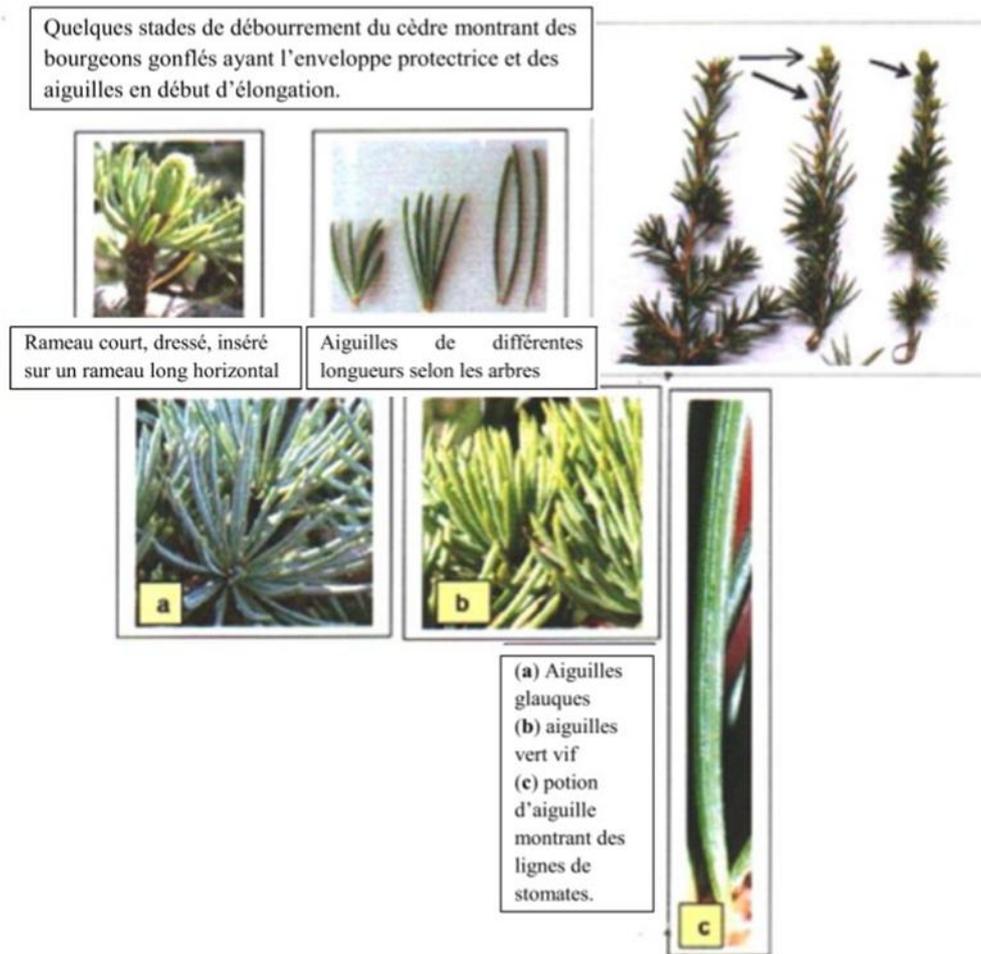


Figure 2 : Les stades de débourrement de cèdre de l'Atlas. (Madjour, 2015).

I.3. Position systématique du cèdre de l'Atlas (*cedrus atlantica* Manetti)

Le cèdre de l'Atlas (*cedrus atlantica* Manetti), est l'une des quatre espèces du genre *Cedrus*. Sa systématique est la suivante :

- **Embranchement** : Spermaphytes.
- **Sous embranchement** : Gymnospermes.
- **Classe** : Vectrices.
- **Ordre** : Coniférales.
- **Sous ordre** : Abiétales.
- **Famille** : Pinacées.
- **Sous famille** : Abiétés.

- **Genre** : Cedrus.
- **Espèce** : Cedrus atlantica.

I.4. Aire de répartition naturelle

Les très belles forêts de cèdre de l'Atlas se trouvent dans les Aurès, les monts du Hodna, sur le massif montagneuse de l'Ouarsenis (**Letreuch Belarouci, 1981 ; 1995**). La superficie du cèdre est évaluée à 16000 ha dans le tell central et les Aurès (**FAO, 2000**), à 1040 ha dans l'Atlas mitidjien ou Atlas de Blida et de 960 ha dans la cédraie de Theniet El Had. La forêt de Belezma est d'une superficie de 8100 ha répartie sur les flancs du Djbel Tougourt, 3000 ha sur les monts Chelia et 3000 ha sur Djebel Feraoun et Djbel Aidel (**M'hirit et Benzyane, 2006**).

En Algérie l'aire du Cèdre est très morcelée ; les peuplements les plus importants se rencontrent dans l'Aurès mais d'autres cédraie colonisent les massifs montagneux de l'Ouarsenis, de l'Atlas Mitidjien, des Babors et du Hodna (**Abdessamed, 1981 ; Derridj, 1990 ; M'hirit, 1994**).

Le premier, est l'ensemble méridional adapté à une forte sécheresse d'été (**Gaussen, 1967 in Krouchi, 2010**). Il comprend les *cédraies* des Aurès couvrant 17450 ha, dont les principaux massifs sont : Belezma (8.100 ha) à l'Ouest ; le Chilia, le Sgag, l'Aidel...etc., et aussi les cédraies du mont du Hodna (8.000 ha) prolongent à l'ouest (**Derridj, 1990**).

Le second ensemble est le septentrional dans l'Atlas Tellien humide (**Gaussen, 1967 in Krouchi, 2010**). Il comprend les massifs des Babors, avec 1.300 ha environ, le massif du Djurdjura avec 2.000 ha regroupant la cédraie de Tala-Guilef sur le flan Nord-Ouest, celle des Ait-ouabane sur le flan Nord-Est et enfin la cédraie de Tikjda sur le versant Sud. Aussi les cédraies de l'Ouarsenis et celle de l'Atlas Blidéen, elles occupent respectivement environ 1.500 ha et 1.000 ha (**Derridj, 1990**).

La répartition géographique du cèdre de l'Atlas en Algérie est indiquée par la carte suivante :

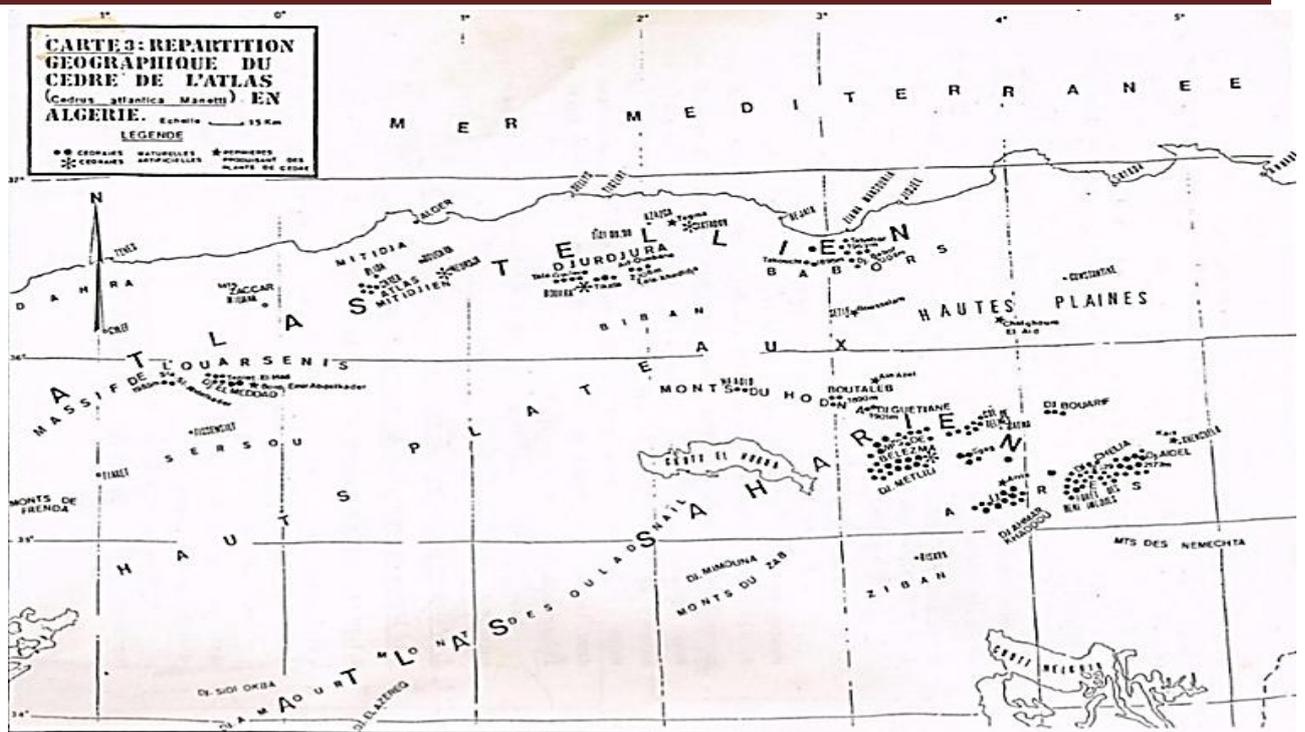


Figure : 03. Répartition géographique du cèdre de l'Atlas en Algérie (Derridj, 1990).

I.5. Facteurs de répartition du cèdre de l'Atlas

L'hétérogénéité de la surface de la terre en termes de pluviosité, de température, d'altitude et autres caractéristiques environnementales détermine la distribution des espèces et suscite des assemblages d'espèces endémiques de bio région particulière (Penny *et al*, 2011).

Cependant les cèdres individualisent des ensembles forestiers parmi les plus remarquables du bassin méditerranéen ; forêt à *Cedrus atlantica*. (Quezel et Medail, 2003).

I.5.1. Précipitation

D'après (Putod, 1979 *in* Abdessemed, 2010), le cèdre de l'Atlas dans ses pays d'origine reçoit des lames de pluies annuelles comprises entre 450 et 1500 mm.

Il faut cependant noter que si l'on recherche un bilan hydrique exact, la méthode est critiquable du fait qu'elle néglige les réserves en eau du sol au moment de la germination de la graine (Lepoutre, 1963).

I.5.2. Températures

La germination et la croissance du cèdre de l'Atlas s'effectue sous des températures moyennes annuelles comprises entre 8 et 14° C (Toth, 1980 *in* Abdessemed, 2010).

Le cèdre est une essence qui peut supporter sans dommage des froids hivernaux importants, mais en même temps, toutes les autres caractéristiques éco physiologiques analysées montrent que son écologie correspond à des climats doux (**Aussenac, 1984 in Anonyme, 2014**). Il

vit dans ses pays d'origine avec des extrêmes absolus de (- 25 °C et + 35 °C) (**Putod, 1979 in Abdessemed, 2010**).

I.5.3. Altitude

Les limites inférieures et supérieures diffèrent d'une cédraie à l'autre. En Algérie, la limite inférieure est fonction de la plus ou moins grande humidité de la station. Elle se situe entre 1400 et 1500 mètres en versant Nord et à partir de 1600 mètres en versant Sud (**Boudy, 1950 in Houamel, 2012**). Il existe en moyenne un décalage de 200 m ; c'est-à-dire qu'il débute à partir de 1600 mètres (**Abdessemed, 1981 in Houamel, 2012**).

Pour la limite supérieure du cèdre de l'Atlas, (**Le Houerou et al, 1979 in Meddour, 2010**) indique que les plus hauts sommets portent des forêts de cèdre ; elles sont toutes plus ou moins dégradées.

I.5.4. Exposition

Elle joue un rôle très important dans la répartition des précipitations et des températures, en effet, les versants Nord sont plus humides par rapport aux versants Sud. En Algérie, les expositions Nord et Nord-Ouest sont non seulement bien arrosées mais également à l'abri des vents desséchants (Sirocco), et portent les plus belles cédraies en raison de leur humidité (**Khanfouci, 2005**).

Au Maroc, la plupart des cédraies sont localisées dans l'étage humide. Elles sont toutes exposées aux vents d'Ouest chargés d'humidité (**M'hirit, 2006**).

I.6. Aire d'introduction du cèdre de l'Atlas

La France est en tête des pays possédant des cédraies en dehors de l'aire naturelle de l'espèce. Son introduction remonte à 1862. Le plus grand secteur de reboisement est celui du mont de Ventoux qui totalise 20 000 ha de superficie, où le cèdre a multiplié sa surface par plus de cent (100) en un peu plus d'un siècle, soit 15 ha en 1862 et 20 000 en 1997 (**Toth, 2005**).

Aujourd'hui, le cèdre de l'Atlas est présent plus ou moins abondamment dans 25 départements de la partie méridionale de la France (**Anonyme**).

I.7. L'importance écologique et économique

Plusieurs facteurs dont pression sur les cédraies, les principaux sont les facteurs climatiques, écologiques et anthropiques. Parmi les ennemis naturels de ces cédraies, nous citons les insectes, les mammifères, les oiseaux, les champignons et les végétaux parasites. Des parasites comme *Armillaria mella* (parasite racinaire) ; *Lophodermium cedrinum* et *Trametes (Xanthochrous) Pini* (Agent du mjeje) ont été citées par (Lanier, 1994 in Krouchi, 2010) dans sa synthèse de la microflore fongique retrouvée sur le cèdre en Algérie et en France.

Le cèdre de l'Atlas occupe les montagnes entre 1200 et 2800 m d'altitude. En Algérie, il débute vers 1400 m jusqu'à 2200 m d'altitude (Boudy, 1952 ; Masson, 2005a). Soumis à un climat froid et relativement humide, il supporte la sécheresse, tolère la neige et craint la gelée précoce et le brouillard. Quoiqu'il demande une bonne pluviosité (de 800 à 1500 mm), il ne reçoit dans les Aurès que 400 à 500 mm de pluviosité (Boudy, 1952 ; Benmouffok, 1994 ; Riou-Nivert, 2001).

Le cèdre de l'Atlas, depuis son existence forme une source vitale des populations et assure une activité économique très importante, du fait de ses qualités remarquables : sa longévité, sa résistance à la compression et sa bonne production de bois (Benhalima, 2004).

En effet, la production du bois d'œuvre pour l'ensemble des forêts marocaine est principalement le fait de la cédraie, à raison de 78 % à 82 % (M'hirit, 2006).

Le cèdre de l'Atlas procure un excellent bois d'œuvre. Son bois est utilisé dans la construction, la fabrication de meubles, en charpente, en ébénisterie, en déroulage, en tranchage et en coffrage (Coubert et Albouy, 1995 ; Barreo et al, 2005). Ses huiles essentielles sont utilisées en massage aromatique et parfois dans les affections des voies respiratoires et dans le traitement des bronchites de la toux et des indigestions. Le mélange résine-huile essentielle est utilisé pour le traitement des yeux (Bezanger-Beauquesne et al, 1980 ; Kim et al, 2003 ; Lardry, 2007 ; Lev et Amar, 2008 ; Lee et al, 2009). Chez les Egyptiens anciens, l'essence de cèdre faisait partie dans les préparations servant à embaumer les momies (Faraji, 2005).

I.8. Ennemis du cèdre de l'Atlas

Le changement climatique aura des impacts irréversibles sur la biodiversité. Selon le GIEC, environ de 20 à 30 % des espèces évaluées jusqu'aujourd'hui seront probablement soumises à un risque accru d'extinction si le réchauffement moyen mondial dépasse 1,5 à 2,5 °C (par rapport à 1980 – 1999). Si l'accroissement de la température moyenne mondiale dépasse 3,5 °C, les

modélisations suggèrent un grand nombre d'extinctions de 40 à 70 % des espèces évaluées sur l'ensemble du globe (Jerome et Guillaume, 2008).

Au début de l'année 2012, dans le cadre de la veille sanitaire effectuée par le Département de la Santé des Forêts, le technicien du Centre Régional de la Propriété Forestière et le correspondant-observateur de la santé des forêts dans le département des Hautes-Alpes a détecté des cochenilles sur les aiguilles de cèdre de l'Atlas (voir la figure 04.) dans un peuplement d'une quarantaine d'années sur la commune d'Antonaves (Hautes-Alpes). L'envoi d'échantillons au laboratoire de la santé des végétaux, a permis d'identifier *Dynaspidiotus regnieri* (Hemiptera : Diaspididae), une *diaspine* jusqu'alors inconnue en France. La biologie de cette espèce n'est pas connue dans son aire d'origine et seuls les travaux de Del (Estal et al, 1994), présentent des données dans le centre de Ségovie et Madrid en Espagne (Germain, 2014).

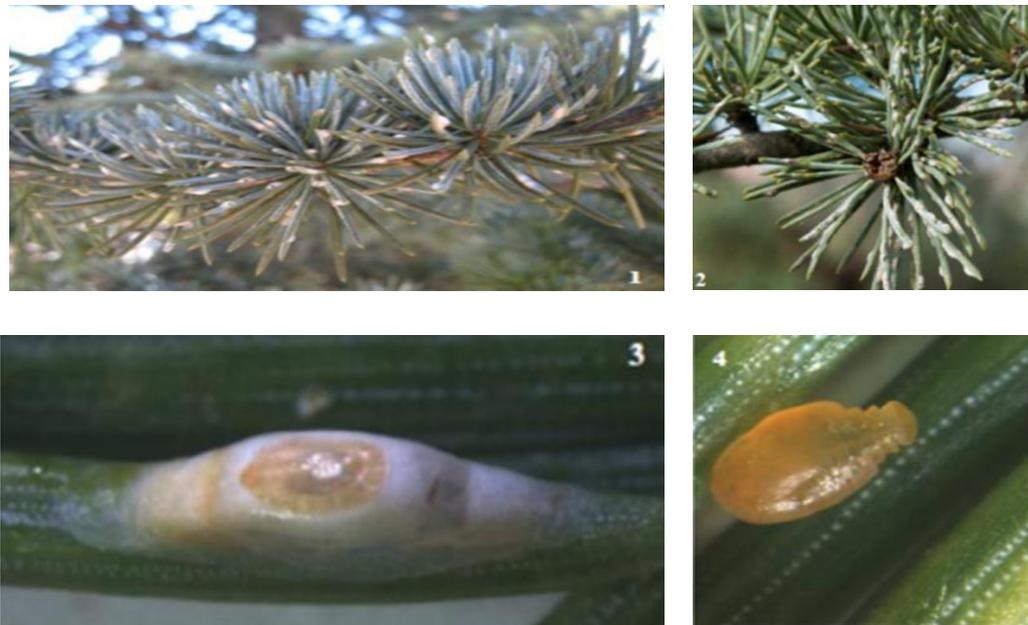
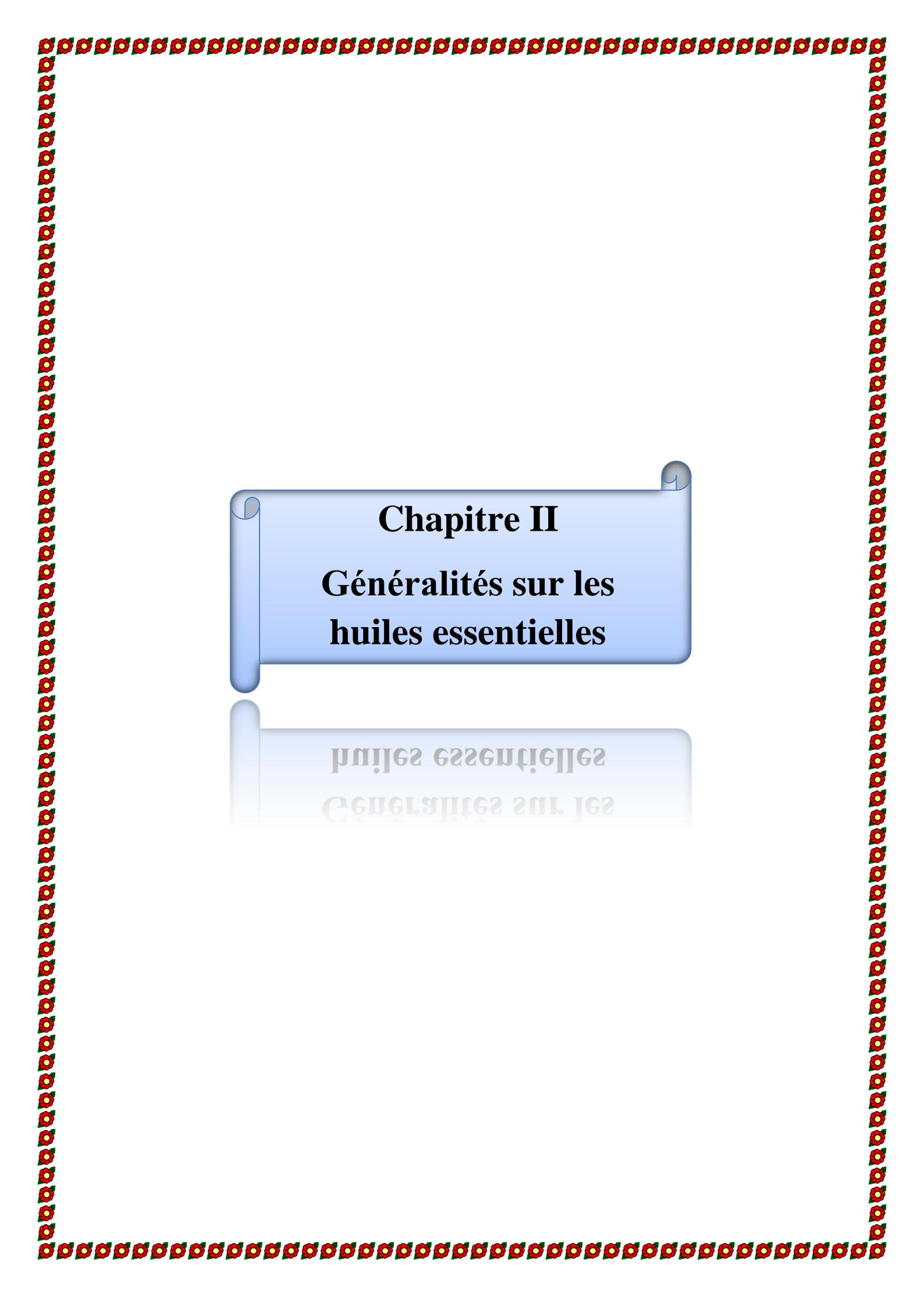


Figure 04 : Photo 1 : Vaucluse, 2012 A. Chalon INRA Avignon ; photo 2 : Alpes-de-Haute-Provence, G. Bossuet ; photos 3 et 4 : LSV *Dynaspidiotus regnieri* sur les aiguilles de cèdre de l'Atlas (Germain, 2014).



Chapitre II
Généralités sur les
huiles essentielles

huiles essentielles
Généralités sur les

II. Généralités sur les huiles essentielles

II.1. Historique des huiles essentielles

L'histoire des huiles essentielles est fascinante, elle accompagne l'être humain depuis plus de 6000 ans. Des traces d'utilisation des huiles essentielles datant de plus de 7000 ans ont été retrouvées en Chine, en Inde, ainsi qu'en Mésopotamie, mais malgré ça les premières productions d'huiles essentielles sont difficiles à identifier de façon précise (**Moro Buronzo, 2009 ; Wilson, 2010 ; Lefief, 2012**).

II.2. Définitions

Une HE est la fraction odorante volatile extraite des différents organes de la plante, c'est le résultat de la distillation des fleurs, des feuilles, des graines, de la racine, du bois ou de l'écorce. Les huiles essentielles sont liquides, huileuses et ne sont pas grasses puisqu'elles s'évaporent contrairement aux huiles végétales (**Wilson, 2010 ; Festy, 2014**).

L'aromathérapie signifie littéralement « soin par les odeurs », donc c'est l'art de soigner par les huiles essentielles (**Moro Buronzo, 2009 ; Festy, 2014**).

L'aromatologie est la connaissance d'utilisation des huiles essentielles dans le domaine de la beauté et du bien-être. L'aromachologie s'intéresse à l'odeur d'HE dans un objectif de bien-être et non de soin (**Festy, 2014**).

II.3. Les différents procédés d'extraction des huiles essentielles

L'huile essentielle peut être extraite de différentes parties du végétal (**Lefief, 2012**) :

- Les feuilles** : c'est le cas pour les huiles essentielles d'arbre de thé, d'eucalyptus, de bigaradier ;
- Les fleurs ou les boutons floraux** : camomille, giroflier, lavande, néroli ;
- Les fruits ou les baies** : genévrier, listée citronnée ;
- Les zestes** : citron, orange, pamplemousse, bergamote, mandarine ;
- Le bois ou l'écorce** : cèdre de l'Atlas, bois de rose, santal blanc ;
- Les racines** : gingembre ;
- Les graines** : cumin, carotte cultivée ;
- Les aiguilles** : épinette noire, pin, sapin ;
- La résine ou la gomme oléo résineuse** : encens, myrrhe, térébenthine.

II.4. Les grandes familles des huiles essentielles

Les composants principaux des huiles essentielles peuvent être regroupés en grandes familles décrites ci-après (**Moro Buronzo, 2009**) :

- **Les esters** : ils agissent directement sur le système nerveux central, ont une action équilibrante et apaisante. Parmi les huiles essentielles riches en esters : lavande, sauge et camomille romaine ;
- **Les phénols** : ils ont une action stimulante, ils sont antiseptiques et bactéricides, protégeant ainsi l'organisme des contaminations. Parmi les huiles essentielles riches en phénols : thym, origan, cannelle et sarriette ;
- **Les aldéhydes** : ils ont une action relaxante et calmante, et sont aussi anti-inflammatoires. Parmi les huiles essentielles riches en aldéhydes : orange, cannelle, mélisse et clou de girofle ;
- **Les cétones** : ils ont une action relaxante et sédative, ils possèdent des propriétés cicatrisantes et aident à éliminer le mucus. Parmi les huiles essentielles riches en cétones : romarin, eucalyptus, sauge et niaouli ;
- **Les alcools** : ils comptent parmi les molécules les plus bénéfiques dans les huiles essentielles en raison de leurs propriétés antiseptiques, antivirales et analgésiques. Parmi les huiles essentielles riches en alcools : menthe, lavande et l'arbre à thé ;
- **Les acides** : ils sont présents en petites quantités, mais ils ont une action puissante. Ils sont anti-inflammatoires et sédatifs. Parmi les huiles essentielles riches en acide : géranium, néroli et genévrier ;
- **Les sesquiterpènes** : ils ont une action équilibrante pour le système immunitaire. Parmi les huiles essentielles riches en sesquiterpènes : clou de girofle, genévrier et camomille ;
- **Les terpènes** : très répandu dans l'ensemble des huiles essentielles, ils ont une action stimulante et tonique. Parmi les huiles essentielles riches en terpènes : pin, genévrier, menthe, citron, cyprès et romarin.

II.5. Méthodes d'obtention des huiles essentielles

Les techniques d'extractions sont faciles à expliquer et à comprendre, mais plus complexes à réaliser. Il existe plusieurs façons de les extraire, mais en général trois grands procédés sont utilisés selon les études de (**Festy, 2014**) :

-La distillation : dans un appareil spécial, la vapeur d'eau ainsi lestée de ces essences est envoyée dans un compartiment pour y refroidir. Là, la vapeur redevient donc liquide et les huiles s'en désolidarisent, il les récupère alors par décantation. Le temps de distillation dépend de la plante

concernée, il doit être respecté pour l'obtention de l'huile essentielle de bonne qualité qui dévoilera toute son activité ;

-**L'expression** : consiste, comme son nom l'indique à presser la partie de la plante concernée pour récupérer les essences ;

-**L'extraction par solvant** : consiste à dissoudre les essences dans un solvant volatile. Le résultat s'appelle l'absolu, presque similaire à l'huile essentielle.

II.6. Conservation et stockage des huiles essentielles

Les huiles essentielles de bonne qualité peuvent se conserver et garder leur propriétés plusieurs années sous certaines conditions, jusque cinq ans pour les H.E.C.T par exemple. Elles sont volatiles, il ne faut donc pas oublier de bien fermer les bouchons des flacons. Il est préférable de les conserver dans un flacon en aluminium ou en verre teinté et bien les abriter dans un lieu sec et frais. Il existe des normes spécifiques sur l'emballage, le conditionnement et le stockage des huiles essentielles (**norme AFNOR NF T75-001, 1996**) ainsi que sur le marquage des récipients contenant des HE (**norme NF 75-002,1996**) (Florence, 2012 ; Moro Buronzo et Schnebelen, 2012).

II.7. Toxicités des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont potentiellement toxiques et doivent être utilisées avec vigilance. Les molécules aromatiques ne présentent pas toutes le même degré de toxicité. Cette dernière dépend de sa composition, de la dose unitaire et journalière ainsi que de la voie d'administration utilisée. En aromathérapie, il existe 2 types de toxicité (Velé ,2015) :

- La toxicité aiguë qui se manifeste quelques minutes après l'introduction de l'HE dans l'organisme ;

-La toxicité à long terme ou toxicité chronique survenant après plusieurs années d'utilisation.

II.8. Domaine d'application des huiles essentielles

Depuis des millénaires, les huiles essentielles sont employées pour guérir et prévenir les maladies. Elles sont extrêmement anti-infectieuses, antiseptiques et antivirales. Ce sont les seules alternatives aux antibiotiques. Elles sont antidouleurs, cicatrisantes, anti hémorragiques, digestives. Elles régulent l'immunité, les hormones, elles déstockent les graisses infiltrées ou renforcent les vaisseaux sanguins (Moro Buronzo, 2009 ; Festy, 2014).

Selon **Bencherqroun et al, (2012)** de nouvelles applications des huiles essentielles ont été développées dans le domaine de conservation alimentaire, d'industrie des parfums, des cosmétiques, de la pharmacie et de l'agroalimentaire.

(**Paulette, 2011**) a cité quelques exemples d'application des huiles essentielles :

- Les dynamisantes** : Coriandre, gingembre, muscade, romarin, menthe, sarriette ;
- Les bactéricides** : Eucalyptus, origan d'Espagne, cannelle de Ceylan, thym ;
- Les sédatives** : Camomille, marjolaine, oranger, verveine, néroli ;
- Les digestives** : Cumin, carvi, estragon, menthe ;
- Les antispasmodiques et antinévralgiques** : Cajepout, basilic, camomille ;
- Les bienfaiteurs de la circulation** : Cyprès, bourrache, onagre ;
- Maux de dents** : Clou de girofle.

II.9. Précautions d'emplois

Les huiles essentielles sont des produits très concentrés. Il faut donc les utiliser et les employer avec la plus grande prudence. Parmi les précautions d'emplois on cite (**Lefief, 2012**) :

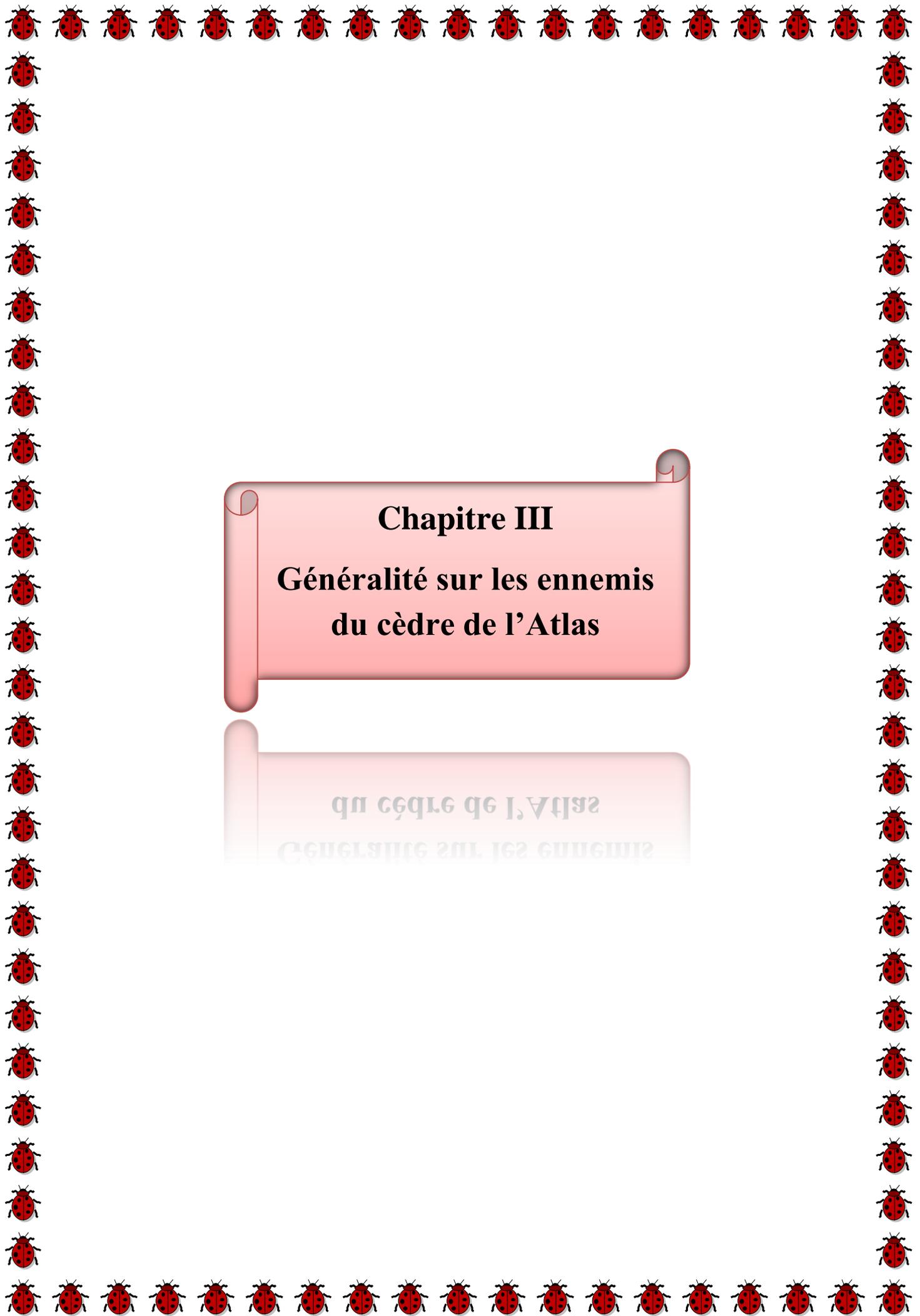
- Respecter les dosages et les posologies ;
- Ne remplacer pas une huile essentielle par une autre ;
- Diluez l'huile essentielle avant d'appliquer sur la peau et avant d'absorber par voie orale ;
- Evitez les contacts avec les yeux et les muqueuses ;
- Adoptez les bons gestes en cas d'accident ;
- Respecter les précautions particulières liées à certaines huiles essentielles ;
- Soyez prudent avec les femmes enceintes, qui allaitent, et les enfants ;
- Arrêtez le traitement si rien ne se passe. Au moindre doute, consulter les médecins.

II.10. Mode d'utilisation

(**Michaud, 2006**) a cité les différents modes d'utilisation des huiles essentielles comme suit :

- **Diffusion** : dans l'atmosphère, avec un diffuseur spéciale des HE qui ne brule pas. Environ 10 min 3fois par jours.
- **Friction** : environ 15 gouttes des huiles essentielles mélangées avec de l'huile végétale et à appliquer sur les parties indiquées.

- **Absorption interne** : le meilleur moyen est de poser les gouttes directement sur la main et de les laper. Utiliser également dans un disper, sur une cuillère de miel ou dans un verre d'eau, jamais en absorption interne pour les bébés.
- **Bain de bouche** : 2 à 3 gouttes dans l'eau pendant 2 minutes.
- **Masque** : 1 à 5 gouttes mélangées à du miel ou à de l'argile.
- **Lotion visage** : préférer les eaux florales.
- **Inhalation** : 3 à 8 gouttes dans un inhalateur électrique ou dans un bol d'eau chaud.
- **Bain** : entre 3 et 10 gouttes toujours mélangées à de la poudre de lait, de la poudre d'algues, dans un savon liquide, dans un shampooing neutre, dans un lait pour bain ou simplement dans une petite dose de crème de café.



Chapitre III
**Généralité sur les ennemis
du cèdre de l'Atlas**

du cèdre de l'Atlas
Généralité sur les ennemis

III. Généralité sur les ennemis du cèdre de l'Atlas

Dans l'ensemble de son aire naturelle, le cèdre de l'Atlas se dégrade sous l'influence de plusieurs facteurs destructeurs. Parmi ces facteurs, les attaques des insectes constituent l'un des fléaux les plus graves qui menace la cédraie et l'exposent à la mort ou à une réduction de croissance. (Talbi, 2010).

Les insectes phytophages et suceurs de sève (homoptères), les plus importants sont :

-deux types de pucerons :

8 *Cedrobiumlaportei*

8 *Cinariscedri*

-trois types de cochenilles :

8 *Leucaspis pini* H

8 *Dinaspidotus regneri* B

8 *Chionaspis kabyliensis* B

-Deux types de chenilles processionnaires :

8 *Thaumetopeapityocam paschiff.*

8 *Thaumetopeabonjeani* Powell.

-Tordeuses :

8 *Evertriabualina*

8 *Aclerisundulana*

8 *Epinoptiacedricida*

-Xylophages :

8 *Scolytes* sp

8 *Cérambyx cerdo* L

8 *Hesperophanesserieus* F

8 *Melanophilamarmottani* F

III.1. Suceurs de sève

III.1.1. Pucerons

III.1.1.1. Historique

Les insectes suceurs de sève sont représentés par les deux *Aphidae*, *Cedrobium laportei*

Remaudiere infeste que *Cedrus atlantica* et *C.deodara*, et *Cinara cedri* Mimeur, infeste spontanément les quatre espèces de cèdre (**Fabre, 1988**).

Cedrobium laportei, a été décrit en 1954 par Remaudiere à partir d'individus récoltés à Ben Aknoun près d'Alger et au Maroc (**Fabre, 1994**).

Ces insectes semblent ne pas constituer un danger pour les cédraies naturelles (**EL Yousfi, 1994**), alors qu'ils sont à l'origine de graves dégâts dans les peuplements artificiels en France, où *Cedrobium laportei* a provoqué la mortalité de 10% des cèdres dans certains endroits (**Fabre et Rabasse, 1987 in EL Yousfi, 1994**).

A été retrouvé d'une part en Algérie, en Grande et Petite Kabylie, dans les Aurès, dans le Hodna, dans l'Ouarsenis, dans les cédraies de Chréa au sud de Blida et Baïnem à l'ouest d'Alger et d'autre part au Maroc, dans le Rif et le Moyen Atlas (**Fabre, 1988**), *Cinara cedri*, décrit en 1935 par Mimeur au Maroc (**Mimeur, 1935**), a été retrouvé au Maroc et en Algérie dans toutes les cédraies prospectées sauf une (Fabre, 1988), mais également en Turquie (**Fabre, 1990**), et au Liban dans la cédraie du Barouk (**Riom, non publié ; Bariteau, mission 1992**).

Cinara cedri est donc présent dans toute l'aire naturelle méditerranéenne des cèdres. Les deux espèces ont suivi l'extension du cèdre en France et dans toute l'Europe. *Cedrobium laporteia* été observé en Espagne, en Italie, en Angleterre et aux Pays - Bas, *Cinara cedri* en France (**Fabre, 1976 b**), en Espagne, en Italie et en Suisse (**Fabre, 1988**).

III.1.2. Biologie

La biologie des deux pucerons, en France, diffère selon l'espèce (Fabre, non publié). *Cinara cedri* y présente un cycle complet, avec apparition à l'automne de sexe séparés puis de sexués ; les femelles, après fécondation, déposent des œufs d'hiver. En revanche, *Cedrobium laportei* ne s'y reproduit que par parthénogenèse, grâce à des femelles virginipares, aptères au début du printemps, ailées Ensuite (**Fabre, 1999**).

III.1.3. Relation pucerons Fourmis

Les fourmis parcourent les mélèzes à la recherche des pucerons de la famille des *Lachnidés* qui rejettent du miellat.

La nourriture ingérée se répartit ainsi : miellat de pucerons 62% ; sève écoulee des blessures des arbres 4,5% ; graines 0,2% ; insectes 34% (dont 1,7% seulement de nuisibles) ; divers 0,3% (champignons, cadavres) (**Dajoz, 1980**).

III.1.4. Diagnostic et dégâts

Cedrobium laportei (puceron du cèdre), cet insecte provoque des dégâts par ses pullulations printanières et automnales, entraînant une défoliation partielle ou totale des arbres et quelquefois la mort des sujets fortement infestés (**Fabre et Rabasse, 1985**).

Tous les reboisements, même isolés et récents sont attaqués. La présence des pucerons est visible pendant les hivers doux, au printemps et à l'automne. L'observation de fourmis circulant sur le tronc en est un bon indice. *Cedrobium laportei* (Figure 05.a et Figure 05.b Figure.05c) se développe sur les extrémités des rameaux, en particulier sur les jeunes pousses de l'année. Les individus (larves ou femelles parthénogénétiques, aptères ou ailées) sont grisâtres et de petite taille.

Sous la loupe, à faible grossissement, ses poils terminés par un renflement, permettent de le distinguer avec certitude de l'autre espèce. Il ne produit que peu de miellat, récolté uniquement par les fourmis. En dehors des périodes de pullulation, les individus vivent isolément et se tiennent à la base d'une aiguille ou plus rarement sur une aiguille.

Cinara cedri se développe plutôt sur les rameaux et le tronc, mais aussi sur les extrémités des branches.

Les colonies sont nettement visibles et les individus sont de grande taille. Ils produisent en abondance du miellat qui constitue une source de nectar non négligeable récolté par les abeilles.

Sous les arbres attaqués, le sol est souvent recouvert de miellat. Par la suite on assiste à un développement de " fumagine ", qui persiste sur l'arbre pendant très longtemps. A la fin de l'automne et pendant l'hiver, les œufs de couleur noir brillant, pondus isolément, sont aisément reconnaissables sur les aiguilles. Les dégâts de *Cinara cedri* et *Cedrobium laportei* sont importants. Ses piqûres répétées provoquent, sur les rameaux attaqués (Figure.06.b et Figure.06.a). La chute différée mais totale des aiguilles. Sur l'arbre, après une forte attaque, la totalité des aiguilles tombent et quelquefois l'arbre peut mourir. Au contraire, malgré des pullulations spectaculaires,

Cinara cedri ne fait apparemment aucun dégât et les seules traces laissées par le ravageur sont dues à la fumagine. (Fabre, 1999).

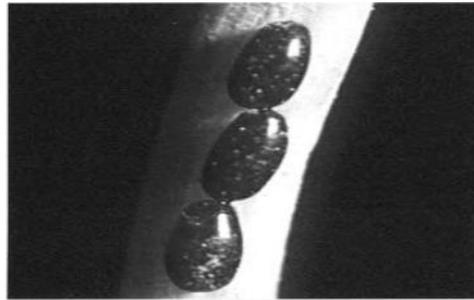


Figure : .05a. Œufs d'hiver du puceron *Cinara cedri* sur une aiguille de Cèdre de l'Atlas (Photo J. P. Fabre/INRA).



Figure : .05b. Puceron *Cinara cedri* sur une aiguille de Cèdre (Fodil et al., 2012).



Figure : .05c. Pucerons *Cedrobium laportei*. (Fodil et al., 2012).

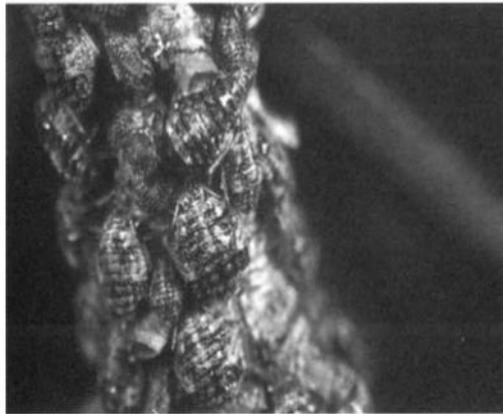


Figure : .06a. Colonie de pucerons *Cedrobium laportei*, sur un rameau de Cèdre de l'Atlas (Photo J. P. Fabre/I N RA).



Figure : .06b. Colonie de pucerons *Cedrobium laportei*, sur un rameau de Cèdre de l'Atlas (Fodil et *al.*, 2012).

III.2. Généralité sur les cochenilles

III.2.1. Notion de l'espèce

Les cochenilles font partie de l'ordre des Homoptères, tout comme les pucerons, depuis 3000 ans, font l'objet d'une exploitation artisanale et industrielle bénéfique pour la production de colorants, laques et cires.

Cependant, en phase de pullulation, elles peuvent représenter des ennemis redoutables pour un grand nombre d'espèces arbustives et de plantes d'ornement.

Le cèdre de l'atlas fait partie des espèces végétales attaquées par les cochenilles.

(Site : Les cochenilles - commune de Bouxwiller).

III.2.1.1. Caractérisation et évolution des cochenilles rencontrées sur les aiguilles du Cèdre de l'Atlas

Au cours de nos sorties, nous avons rencontré (03) espèces de cochenilles diaspines sur le cèdre de l'Atlas à Théniet-EL-Had, il s'agit de *Leucaspis pini* H, *Dynaspidiotus regneri* B et *Chionaspis kabyliensis* (Figure.07, Figure.08).

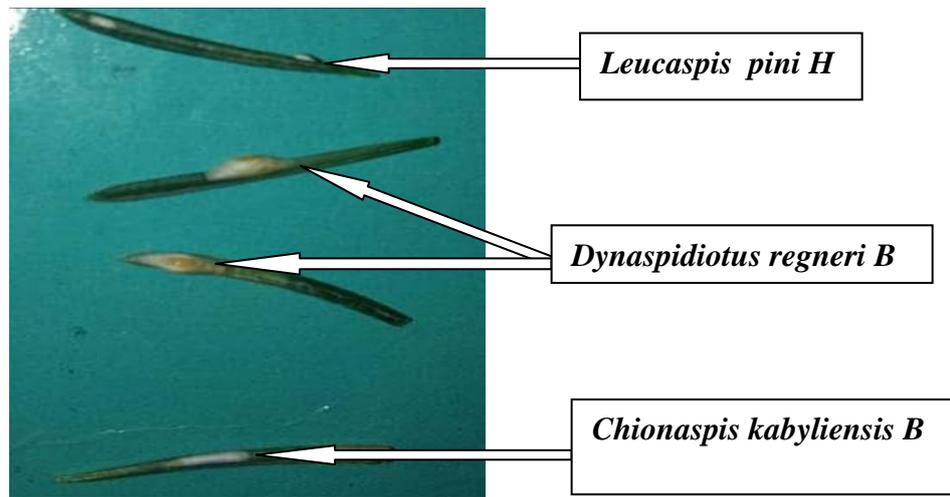


Figure 07 : Trois types de cochenilles (Original 2019).

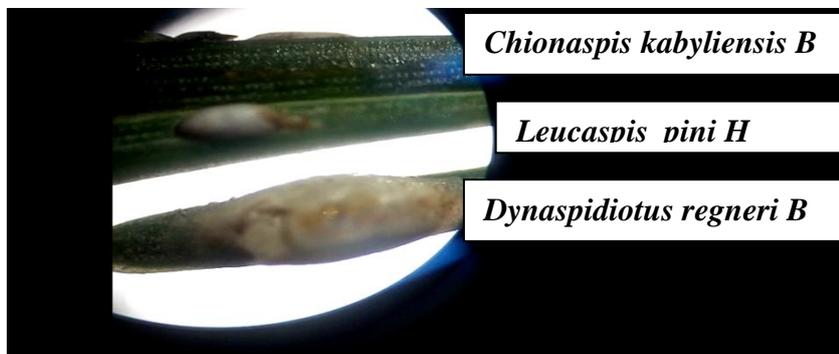


Figure 08 : Trois types de cochenilles vues par loupe sur des aiguilles de cèdre de l'Atlas (original 2019).

III.2.1.2. *Leucaspis pini* H

Classification	
Règne	<i>Animale</i>
Embranchement	<i>Arthropode</i>
Classe	<i>Insecte</i>

Ordre	<i>Hémiptère</i>
Famille	<i>Diaspididae</i>
Genre	<i>Leucaspis</i>
Espèce	<i>Leucaspis pini</i> HARTING

(Site : conservation nature information sur la biodiversité)

Balachowski(1953), rapporte que *L.pini* est une espèce pinicole, la plus connue de la région méditerranéenne où elle vit principalement sur *Pinus halepensis* M.

L'espèce, *L.pini* est caractérisée par un bouclier blanc pur, étroit, allongé et L'exuvie larvaire est unique, rejetée en avant (Figure 09) .La couleur du bouclier de la femelle est d'une jaune pale et mesure de 2,4 à 2,9 mm .La femelle adulte est de forme étroitement ovulaire. Les tubercules antennaires surmontées de 6 soies dont deux (02) Plus courtes.

Le pygidium est pourvu de 2 à 3 paires de palettes bien développées de forme conique et saillantes. Les stigmates antérieurs pourvus de trois (03) glandes péri stigmatiques, l'ouverture anale est circulaire située au-dessus du centre du pygidium (**Balachowski, 1953**).

Le mâle a un puparium de couleur blanc, sulinéair, non caréné mesurant environ 1,2 à 1, 4mm. Contrairement à la femelle, il est pourvu de deux paires d'ailes dont un est très réduite, de trois paires de pattes et d'une paire d'antennes (**Fodil et al., 2012**).

L'espèce *L.pini* est fréquemment associer à d'autres espèces sur le pin, notamment à l'espèce très voisine de *L.pusilla*, où la différence réside essentiellement au niveau l'ornementation du pygidium. Selon (**Joly, 1975**), les dégâts provoqués par l'espèce *L.pini* se manifestent par un jaunissement des aiguilles, ce qui entrave à la synthèse chlorophyllienne.

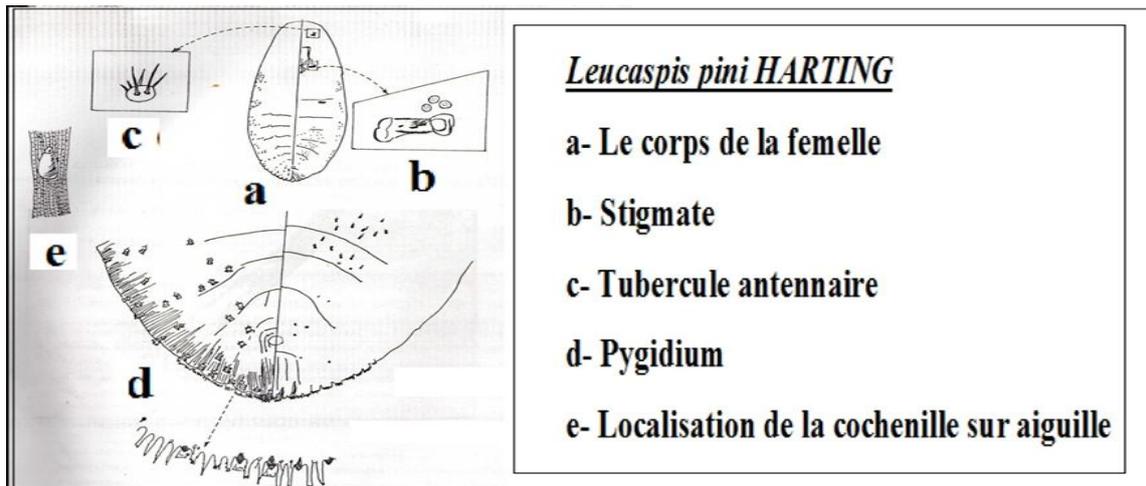


Figure.09 : Morphologie de la cochenille de type *Leucaspis pini* H. (Abdelhamid, 1992).

III.2.1.3. *Dynaspidiotus regneri* B

L'espèce est reconnaissable par son bouclier qui a une forme ovale, allongé, tronqué aux extrémités fortement convexes, rétréci latéralement (Figure.10), le bouclier a une coloration blanc pur et soyeuse avec l'exuvie larvaire centrale de couleur jaune dorée. La taille du bouclier mesurant environ 2,4 à 2,6 mm. Contrairement à l'espèce *L. pini*, l'espèce *D. regneri* 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.

D. regneri a été découvert par REGNIER en 1928 dans les cédraies d'AZROU au Maroc et à Chréa au-dessus de 1450 m (Balachowski, 1932).

Elle a été localisée par PEYRIMHOFF sur les cèdres de Tikjda à 1500 m et par RUNGS à Ifrane « moyen atlas » et dans l'Aiachi haute atlas. Récemment, elle a été signalée dans la cédraie de Belezma à Batna par (Adoui, 1991).

L'espèce de rencontre toujours clairsemée à l'état d'individus isolés sur la surface supérieure des aiguilles (Balachowski, 1948).

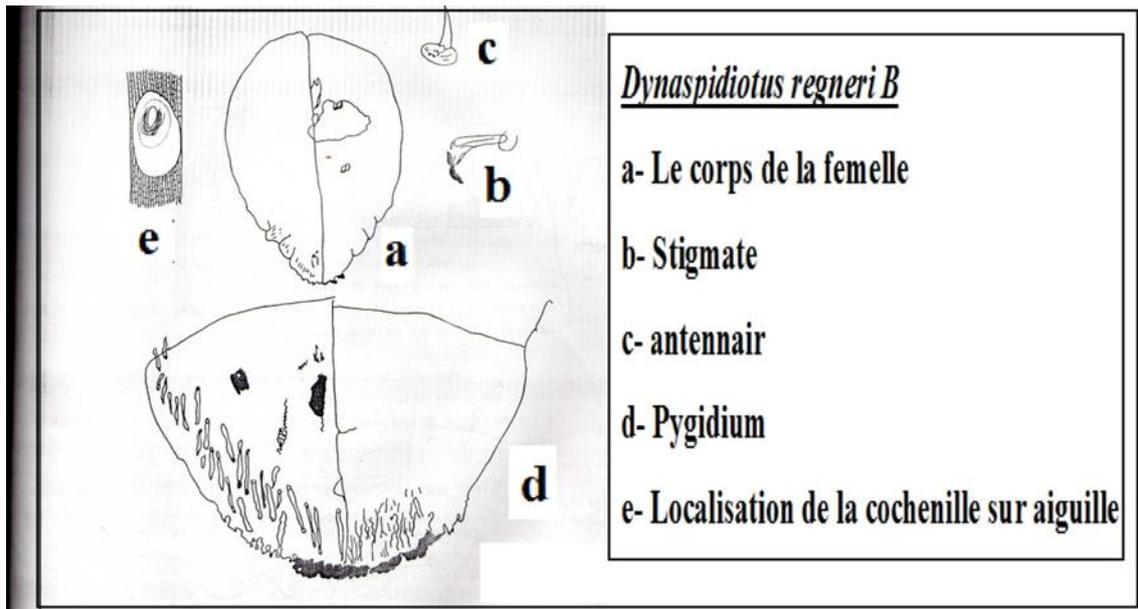


Figure.10 : Morphologie de la cochenille de type *Dynaspidotus regneri*. (Abdelhamid ,1992).

III.2.1.4. *Chionaspis kabyliensis*

La femelle possède un bouclier allongé et étroit convexe (Figure.11), l'exuvie larvaire de couleur jaune dorée en avant .la sécrétion de l'adulte et d'un blanc pur satine, légèrement luisant, elle mesure environ 2,6 mm l'espèce a une spécificité vis-à-vis des aiguilles de cèdre .Elle a été découverte pour la première fois par Perimhoff à Tikjda et par Rugns dans les cédraies du Maroc (Balachowsky ,1954).

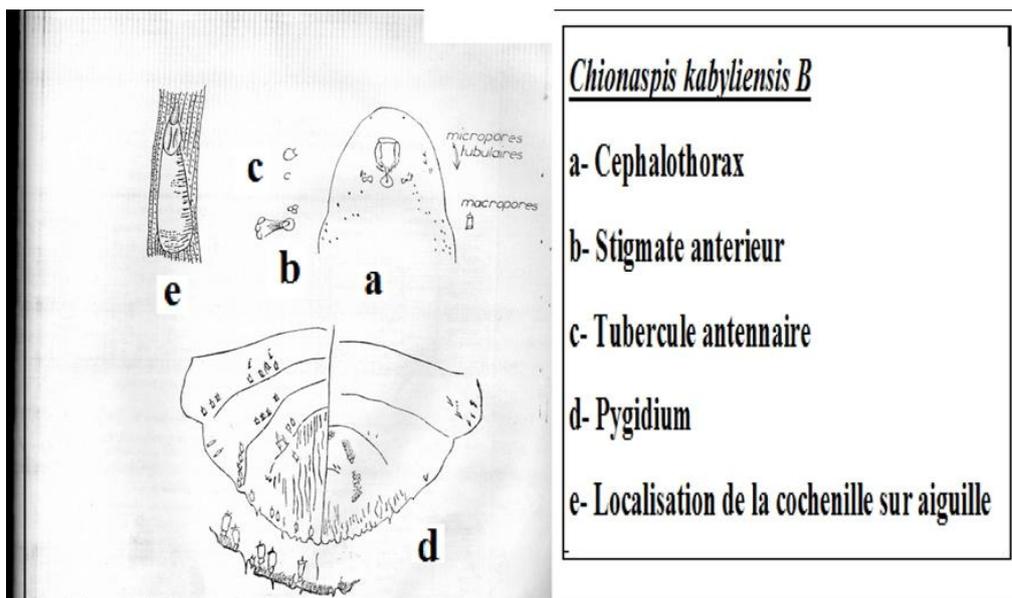


Figure 11 : Morphologie de la cochenille de type *Chionaspis kabyliensis*. (Abdelhamid ,1992).

III.2.1.5. Ravageurs des aiguilles de cèdre

▪ Chenille processionnaire

On désigne sous le nom de processionnaire, des chenilles grégaires qui construisent des nids de soie, leur servent de refuge collectif, et qui se déplacent en processions de nymphose.

La chenille est caractérisée par ses huit paires de pattes et à son aspect verruqueux de velu, porte dans sa face dorsale des segments abdominaux une série de 8 miroirs couverts de nombreux poils minuscules et barbelés qui se détachent aisément. Ces miroirs, sont entourés par des bourlets cutanés des soies glandulaires (**Demolin, 1963**).

a) Processionnaire du pin

- *T.pityocompa schiff.*

La processionnaire du pin occasionne des dégâts sur les espèces appartenant au genre *pinis* et également sur l'espèce *Cedrus atlantica* (Figure.12). Dans le cas d'un mélange d'essences ce redoutable ravageur a une préférence marquée pour les espèces appartenant au genre *pinis*.

Au cours de nos sorties effectuées en hiver dans la cédraie de Theniet El Had, nous avons remarqué la présence d'un nombre important de nids de *T.pityocompa* localisés sur les cimes des arbres de cèdre.

Vers la dernière décade du mois de l'année 1992, nous avons localisé des chenilles de *T.pityocompa* en procession. Relativement au période des processions l'insecte a effectivement un retard pour le départ de nymphose. Cela s'explique certainement par l'effet de l'altitude et les conditions écologiques du milieu (**Abdelhamid, 1992**).

Le cycle biologique de l'insecte est très connu et a fait l'objet de plusieurs études dans le bassin Méditerranéen.

Cette espèce cause des dégâts au cèdre, qui se manifeste par la défoliation des arbres. L'importance des pertes varie d'une année à une autre. Après le passage des chenilles, l'arbre devient plus sensible à l'installation d'autre ravageurs. (**Abdelhamid, 1992**).

b) Processionnaire du cèdre

- *T.bonjeani Powell.*

Au cours de nos prospections au mois d'aout 1991 nous avons obtenu un seul adulte mâle de l'espèce de *T.bonjeani*, les autres ont été parasités ont donné des adulte de *Phryx caudata*.

(**Gachi et al, 1986**), situent les émergences des papillons entre la première semaine du mois d'aout et la Mi-septembre.

Comparativement à ces données, il semble que l'espèce *T.bonjeani* dans la cédraie de Theniet El Had à un retard de développement.

Afin de confirmer la présence des deux espèces *T.pityocampa* et *T.bonjeani*, nous avons procédé à l'examen des pièces génitales mâles des adultes des deux espèces.

L'examen de la figure, montre que les valves chez la processionnaire du cèdre *T.bonjeani* sont moins larges que ceux de la processionnaire du pin *T.pityocampa*.

Chez la processionnaire du cèdre, l'examen des soies. Au milieu de la valve partant de sommet une seule bande de poils est observée, nous retrouvons également une touffe de poils très dense. Cet aspect a été déjà décrit par (**Bertella, 1987**).

Comparativement, les valves chez *T.pityocampa*, elles présentent deux bandes de poils placées parallèlement au milieu, la première bande part de l'extrémité de la valve et va jusqu'à la base, la deuxième valve se limite à la moitié seulement.

Une touffe de poils est observée au sommet de la valve, mais ces poils sont courts, ayant un aspect d'épines. Cette dernière description rejoint également celle évoquée par (**Bertella, 1987**).

La comparaison des pénis des deux espèces montre que ce dernier est beaucoup plus développé à la base chez *T.bonjeani* (Figure.13 et Figure. 14).

La processionnaire du cèdre est une espèce univoltine et son développement s'effectue en quatre stades.

Les émergences des papillons débutent dès la fin de la première semaine du mois d'aout et cessent vers la mi-septembre.

Les femelles pondent leurs œufs sur les faces intérieures des rameaux de cèdre. Elle les dépose et les recouvrent d'écailles de couleur cendrée. Celle-ci donne aux pontes une homochromie parfaite avec les rameaux, ce qui les rend difficiles à repérer (**Gachi et al, 1989**).

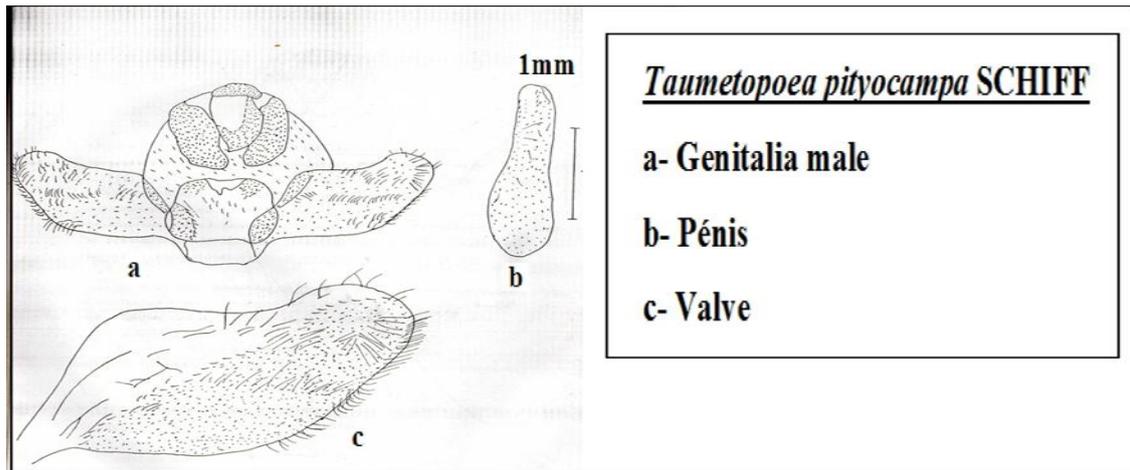


Figure 12 : Appareil génitale de la processionnaire du pin *T pityocampa schiff*. (Abdelhamid, 1992).

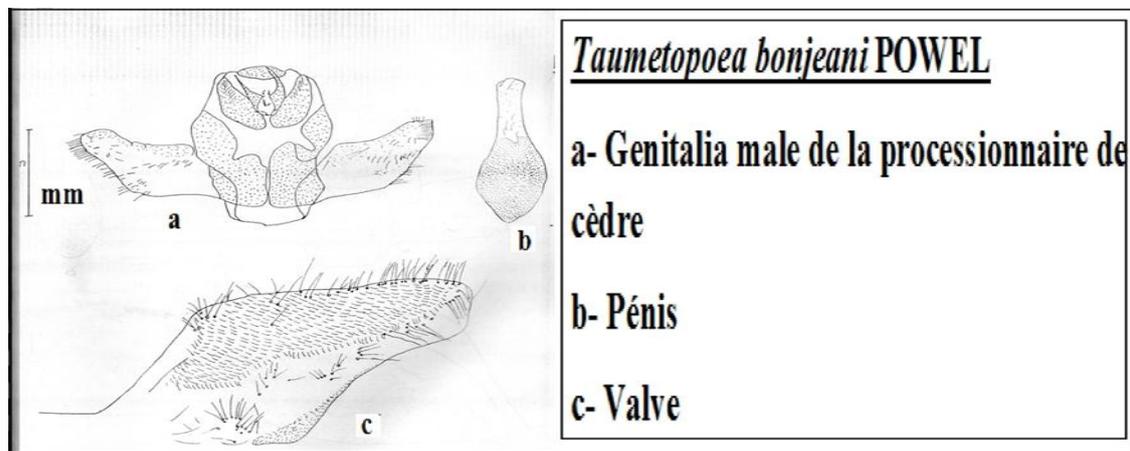


Figure 13 : Appareil génitale de la processionnaire du Cèdre *T.bonjeani* Powell. (Abdelhamid, 1992).



Figure 14 : Attaque de la *Thaumetopoea pityocampa* sur un sujet du Cèdre de l'Atlas au parc national de Theniet El Had (Cliché par LAZREG 18/05/2019).

✓ *Tordeuse ennemie naturelle*

a) *Epinoptia Cedricida*

Cette tordeuse a pour seul hôte connu le cèdre de l'atlas. Initialement décrits des individus récoltés du en France la cédraie du Luberon par Diakonoff en elle a été découverte depuis au Maroc (Fabre, 1976 ; Leclant et al, 1977).

Algérie : dans les Aurès (Cavalcaselle, 1985), à Tikjda (parc national du Djurjura), en grande Kabylie. Au Mont-Babor en petit Kabylie, à Theniet el Had et dans l'Ouarsenis. À Chérea au sud de Blida (Fabre, 1990).

La dynamique des populations de la tordeuse est suivie dans une trentaine de sites partis dans le sud de la France, le niveau de population de l'insecte étant estimé à partir du taux d'attaques des bouquets d'aiguilles (Fabre non publier).

Evertria Bualina schiff (tordeuse des pousses du cèdre): Elle élimine la partie non ligneuse des pousses terminales.

Acleris undulana (tordeuse du cèdre): Insecte ravageur des aiguilles de cèdre de L'Atlas (Roque, 1983).

✓ *Xylophages*• *Famille Xylophagidea*

Les larves des insectes de cette famille sont très faciles à reconnaître grâce à leur tête conique fortement sclérotinisée et pigmentée de noire et à leur plaque anale bidentée. Elles atteignent jusqu'à 2 centimètres et sont carnivores. Les *Xylophages* sont communs dans le bois mort de divers arbres. (**Dajoz, 1980**). Les insectes xylophages : Sont classées selon l'état de l'arbre et la partie attaquée :

- Les *xylophages* qui s'attaquent à l'arbre en sève comme : *Melanophila marmottani* (**Boudy, 1950**).
- Les insectes de faiblesse comme les scolytes : *scolytes numidicus*.
- Les insectes qui attaquent les arbres morts sur pied comme : *Ergates faber* ou *Sirex juvencus* (**Rahmani, 2003**).

Le problème des *xylophages* est d'une grande importance et se pose d'une forte accrus pour le cèdre par le fait qu'ils constituent souvent l'étape qui l'affaiblissement de l'arbre. Les causes de cette affaiblissement peuvent être divers aller de la sécheresse que connaît notre pays durant ces dernières années à l'attaque *phyllo phages* .l'action de l'homme n'est pas à négliger pour autant qui en arraché des branches pour le bétail occasionne des blessures qui constituent des lieux pénétration des xylophages et des champignons (**Mouna, 1994**).

• *Melanophila marmottani F (Coléoptère-Buprestidae)*

L'insecte, mesure 8 à 10 mm, est de couleur verte-métallique un peu bleuâtre, très brillant. Le genre *Melanophila* est très voisin du genre *Phaenops*, le critère de reconnaissance séparant les deux genres se résume comme suit :

La tête de *Melanophila* est plane ou légèrement bombée, front non rétréci entre les activités antennaires, *épistome* courts, yeux légèrement rapprochés dans le haut.

La tête du genre *Phaenops*, est bombée, *épistome*, court, large et se prolongeant de chaque côté sous les cavités antennaires, yeux médiocrement rapprochés sur le vertex ; fossettes *porifères* situées sur la face interne des articles dentés (**Thery, 1942**).

La biologie des espèces du genre *Melanophila* sont mal connues sur *Cedrus atlantica* (**Fodil et al., 2012**).

En effet, les sujets abritant les larves du *Buperstidae* sont en général des arbres âgés, par contre, aucune larve n'a été détectée dans l'écorce des jeunes arbres.

- *Cerambyx cerdo* L (Coleoptera-Cerambycidae)

Parmi l'entomofaune, nous avons noté la présence de l'espèce *C.cedro* à la fin de juillet de l'année 1991 au niveau des écorces de *C.atlantica*.

L'insecte est facilement reconnaissable par les élytres très ruyeux, convexes, atténués en arrière, tronqués à l'extrémité. Le corps entièrement couvert d'une pubescence rasé, grise, serrée.

L'espèce appelé encore le grand capricorne, mesurant environ 36 à 50 mm de long (**Picard, 1992**).

Généralement l'insecte se manifeste dans les forêts des vieux chênes ou il vol au crépuscule et la nuit se rencontre sur la sève sucrée coulant d'arbre endommagé.

- *Hesperophanes serieus* F (Coleoptera-Cerombycidea)

A la même période de récolte de l'espèce *Cerambyx cerdo*, nous avons capturé l'espèce *H.serious*.

L'adulte est nocturne, quelque fois, il est attiré par les lumières. La larve vit surtout à partir du figuier mais aussi dans les souches de vigne dépérissantes et branches mortes de platane (**Picard, 1992**).

En conclusion, il est nécessaire de noter, que les deux espèces *C.cedro* et *H.serious* n'ont pas été signalés sur l'essence de *Cedrus atlantica*, cependant il y a deux possibilités de leurs existences :

-Soit, ils utilisent l'arbre comme endroit de refuge.

-Soit, ils s'alimentent à partir de l'écorce.

- ✓ *Scolytes* sp (Coleoptera-Scolytidea)

Parmi les espèces corticoles, nous signalons une espèce appartenant au genre *Scolytes* sur le *cèdre de l'Atlas*. Telle espèces peuvent se multiplier, se reproduisent est pu mettre une épidémiologie dans les peuplements forestiers.

D'ailleurs, il est connu que certaines espèces jouent un rôle détériorant la qualité technologique des essences forestières (Fodil *et al.*, 2012).

En général, les *scolytes* sont des insectes de petite taille mesurant environ 2mm. Leurs formes sont très variables. Beaucoup d'espèces sont capable de devenir lors de pullulations des ravageurs primaires. Les galeries dont les quelques vivent les scolytes ont des formes caractéristiques de chaque espèce, à tel point qu'il est souvent possible de reconnaître l'auteur des dégâts même de son absence. (Abdelhamid, 1992).

III.2.2 Clés d'identification rapide

L'identification de cochenilles reste une affaire de spécialiste. Les risques de confusion sont nombreux car les traits morphologiques suffisent rarement à déterminer une espèce précise. Un montage entre lame et lamelle reste indispensable pour finaliser un diagnostic, qui doit souvent être complété par une analyse de l'ADN: http://idtools.org/id/scales/key_info.php

Nous nous limiterons ici à l'aspect général (forme et dimension) des trois principaux groupes de cochenilles ravageurs des cultures, sur la base de leurs principales caractéristiques anatomiques.

III.2.3. Morphologie des cochenilles adultes

Les cochenilles sont des insectes présentant un dimorphisme sexuel marqué : les mâles adultes, mobiles, ont un corps allongé de petite taille, environ 0,5 mm, et sont pourvus d'ailes, d'antennes, et de pattes articulées. Cette particularité leur confère une allure générale proche du moucheron à l'œil nu, ce qui rend leur présence presque inaperçue. Par ailleurs, le mâle adulte, dépourvu de pièces buccales, ne se nourrit pas et ne vit qu'un deux jours, ne causant pas de dégâts directs aux plantes.

Les femelles adultes ont un corps large et adapté, habituellement de petite taille (1à 8 mm selon les familles) et sont dépourvues d'ailes (aptères) et parfois de pattes. Elles se nourrissent en prélevant la sève de l'organe sur lequel elles sont fixées, et peuvent vivre de quelques mois à plusieurs années. Pourvues de glandes qui sécrètent un revêtement cireux ou une laque protectrice, elles ressemblent à des larves en forme d'écaille, de galle ou couvertes de cire. La nature de ces produits de sécrétion permet de différencier les trois familles d'importance économique, qui forment selon la famille considérée :

- Des filaments cireux qui recouvrent la femelle dont le corps est mou ; ce sont les cochenilles de la famille des *Pseudococcidae* dites « *Pseudococcines* » ou encore « cochenilles farineuses ».

- Un bouclier indépendant de la famille, facilement détachable ; ce sont les cochenilles de la famille des *Diaspididae* dites « *Diaspines* » ou encore « cochenilles à bouclier ».
- Une carapace qui est à l'inverse, indissociable de la famille ; ce sont les cochenilles de la famille des *Coccidaedites* « *Lécanines* » ou encore « cochenilles à carapace ».

Site : http://idtools.org/id/scales/key_info.php

III.3. Les cochenilles du Québec

Les cochenilles appartiennent à l'ordre des Hémiptères et à la superfamille des *Coccoidea* qui compte près de 8000 espèces mondialement (Scalenet, 2013). Le catalogue de (Maw et al. 2000) recense seulement 16 espèces au Québec. A cet inventaire pourrait s'ajouter plusieurs cochenilles parmi la centaine d'espèces observées dans les provinces ou états limitrophes du Québec. Les cochenilles farineuses sont probablement les plus connues, car elles s'établissent à l'occasion sur les plantes d'intérieur. Sur les arbres et les arbustes, on observe aussi de minuscules insectes cachés sous un bouclier ou une carapace. Malgré la diversité de leurs formes et leurs cycles de vie, ce sont tous des insectes piqueurs-suceurs. Presque toujours, les adultes mâles et femelles sont complètement différents.

III.3.1. Les cochenilles à bouclier (*Diaspididae*)

Les cochenilles appartenant à la famille des *Diaspidides* se distinguent des autres cochenilles, des hémiptères et même des insectes en général. Par exemple, elles érigent un bouclier protecteur en dessous duquel elles restent cloîtrées la majeure partie de leur existence, elles ne produisent pas de miellat et la femelle, qui conserve ses caractères juvéniles après sa mue au stade adulte, continue de croître (Maw et al. (2000). (Figure 15).

La famille des *Diaspidides* est la plus évoluée des cochenilles. Sa distribution est mondiale et compte 405 genres et 2479 espèces (Scalenet, 2013). Maw et al. (2000) recensent sept espèces au Québec. Bien qu'elles causent des dommages aux végétaux, moins de 10 % des espèces connues ont des impacts sur les cultures (McClure, 1990a). Leur bouclier mesure rarement plus de 3 mm et il est difficile à observer. Toutefois, leur présence est évidente lorsqu'elles s'établissent en grandes colonies de centaines d'individus. Leur faible capacité à se disperser crée parfois une infestation locale importante, alors que les végétaux voisins sont épargnés (Figure 16).



Figure 15 : Cochenille à bouclier sur une aiguille de cèdre (Scalenet, 2013).



Figure 16 : Milliers de Cochenille virgule du pommier sur le tronc d'un peuplier (Scalenet, 2013).

III.3.2. Le bouclier

Parmi les cochenilles, ce sont les *Diaspidides* qui construisent la plus élaborée des protections contre les prédateurs et les produits chimiques appliqués pour les contrôler. Le bouclier est une structure externe édifiée par l'insecte. Il est composé de filaments cireux, d'une ou deux exuvies et, pour lier le tout, d'un ciment sécrété par la cochenille. Dès qu'il a trouvé un site qu'il juge adéquat, le stade rampant d'*Aonidiella aurantii* entre ses stylets dans la plante, commence à se nourrir et produit de minces filaments blancs. Les fils s'entremêlent au-dessus de lui et créent une espèce de feutrage. Trente à quarante minutes après le début des sécrétions, l'insecte se met à pivoter autour des stylets, en parcourant des allers retours de 270 à 315 degrés. C'est ce mouvement oscillatoire, accompagné de sécrétion, qui donne une forme circulaire au bouclier (Foldi, 1990b). Six à dix heures plus tard, un bouclier blanc, en forme de disque, est formé au-dessus de la cochenille. Par la

suite, elle produit un liquide anal qui durcit et cimente le disque. Elle continue de croître, de produire des filaments et plus tard, elle imbriquera dans le bouclier les exuvies de ses deux mues (figure 17).

La taille, la forme, la texture et la couleur du bouclier varient selon l'espèce. Certains sont circulaires ou ovales et d'autres rappellent la forme d'un coquillage. En général, bien que cela ne soit pas toujours le cas, la forme du corps de la cochenille, ronde ou allongée, détermine l'allure du bouclier. Chez certaines espèces, le bouclier dorsal de la femelle peut être accompagné d'un bouclier ventral mince ou épais. À l'exception des cochenilles *cryptogynes*, qui restent cloîtrées à l'intérieur de l'exuvie du second stade, les femelles construisent leur bouclier durant les trois stades du cycle de vie (Foldi, 1990a). (Figure 18).



Figure 17 : Bouclier circulaire d'une *Diaspidide* sur une aiguille de sapin (Foldi, 1990a).

Le bouclier du mâle est généralement différent de celui de la femelle, car il l'érige uniquement durant les deux premiers stades de sa croissance. Il est plus petite, sa forme est plus allongée et comprend une seule exuvie, souvent décentrée. Sa texture peut être lisse comme celui de la femelle ou feutrée. Chez quelques genres, par exemple *Pinnaspis*, *Chionaspis*, *Unaspiset* *Aulacaspis*, on observe toujours une ou trois crêtes longitudinales à la surface du bouclier feutré (Foldi, 1990a).



Figure 18 : Une femelle *Diaspidine* et deux exuvies (jaunes à gauche) imbriquées dans le bouclier (Foldi, 1990a).

III.3.3. Morphologie

Les clés de détermination sont basées sur la morphologie des femelles adultes. Les mâles adultes, complètement différents des femelles, ne vivent que quelques jours et ne peuvent être observés avec autant de facilité. La détermination de ces insectes doit être confirmée par un expert, à partir d'un spécimen adulte femelle qui est monté entre lame et lamelle. La morphologie de certains *Diaspidides* varie selon l'endroit où ils s'établissent sur une plante-hôte, à un point tel que l'on a cru observer des espèces différentes qui, en fait, étaient les mêmes (McClure, 1990b).

La forme des femelles matures varie d'une espèce à l'autre. Elles peuvent être très allongées ou circulaires, mais le plus souvent sont modérément allongée et fusiformes. La cochenille atteint la maturité en trois stades. Le premier stade est mobile, mais elle perd définitivement ses pattes au second stade. La femelle adulte n'a pas d'ailes et le thorax est fusionné à l'abdomen pour former une sorte de sac aplati. Les segments postérieurs de l'abdomen forment le pygidium qui porte les microstructures (palettes et peignes) permettant d'ériger le bouclier (McClure, 1990b).

Les stylets mesurent généralement plusieurs fois la longueur du corps de l'insecte et lui permettent d'atteindre sa nourriture malgré le fait qu'il soit immobile durant la presque totalité de son cycle de vie. À chaque mue, les stylets sont abandonnés dans l'hôte et régénérés à partir de cellules situées à la base du rostre (McClure, 1990a). Fait inhabituel chez les insectes, la femelle continue de croître après avoir mué au stade adulte. Son corps très plissé lui permet de prendre de l'expansion ou même de changer de forme lorsque les plis se détendent. La femelle à pleine maturité mesure entre un et 1,5 mm et rarement plus de 2 mm. Son bouclier mesure entre un et 2 mm de diamètre ou entre deux et 3 mm de long (figure 19).

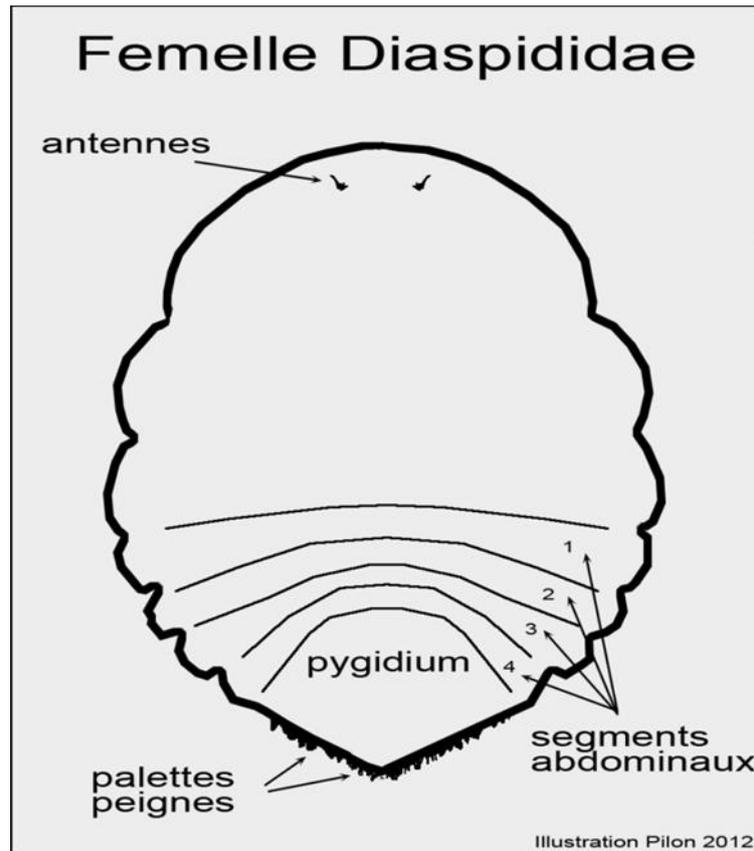


Figure 19 : Morphologie d'une cochenille femelle *Diaspididea* (McClure, 1990a).

Le mâle mesure rarement plus de 1 mm de long, en excluant l'appareil génital qui, à lui seul, mesure environ la moitié de la longueur du corps. Ses pièces buccales ne sont pas fonctionnelles et il meurt peu après l'accouplement. L'adulte est presque toujours ailé. Les ailes antérieures à deux nervures sont membraneuses et atteignent généralement l'extrémité du corps. Les ailes postérieures sont réduites à deux balanciers. Les six pattes sont longues et fines et se terminent par un tarse d'un ou deux articles et une seule griffe. Le mâle possède deux yeux écartés sur le dessus de la tête et deux yeux étroitement rapprochés sur la zone ventrale de la tête. Certaines espèces sont pourvues d'ocelles (McClure, 1990a) (figure 20).

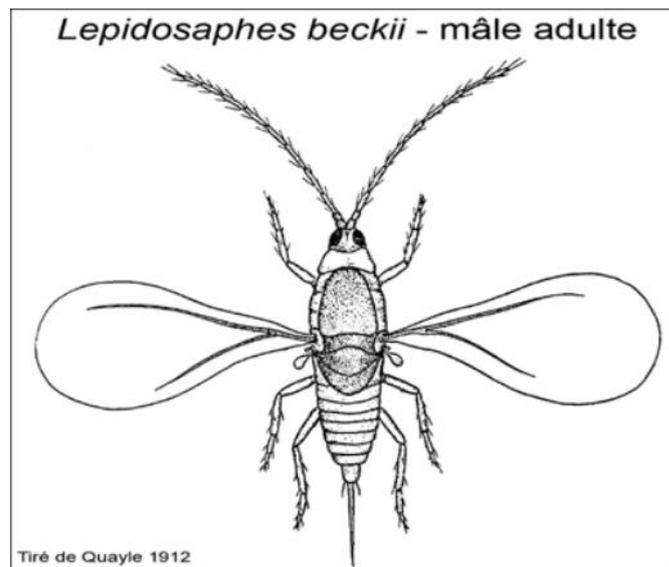


Figure 20 : Morphologie de cochenille mâle adulte ailée d'un *Diaspidide* (McClure, 1990a).

III.3.4. Reproduction

Les modes de reproduction peuvent être de type uni parental ou biparental. On observe chez certaines espèces comme la Cochenille virgule du pommier (*Lepidosaphesulmi*) des populations qui appartiennent un type ou à l'autre. Chez les *Diaspidides*, on trouve tous les types de naissances, certaines espèces adoptant même plus d'un mode. Beaucoup d'espèces sont ovovivipares, c'est-à-dire que l'œuf contient un embryon complètement développé qui éclot quelques heures ou quelques jours après l'oviposition. Parfois, l'œuf éclot durant l'oviposition. Chez d'autres espèces, la femelle commence par donner naissance à des nymphes, puis ensuite à des œufs. Certaines espèces comme la Cochenille de San José (*Quadraspidiotus perniciosus*) sont vivipares alors que d'autres sont ovipares, comme la Cochenille virgule du pommier dont les œufs éclosent au printemps suivant (Koteka, 1990).

III.4. Cochenille à carapace (Coccidae)

Deux caractères importants différencient les Coccides des Diaspidides. Les Coccides produisent du miellat et leur carapace protectrice n'est pas une structure externe érigée par l'insecte. À maturité, c'est le dos de la femelle qui s'épaissit et se sclérifie pour former une carapace protectrice. Sept espèces de cochenille sont été observées au Québec, d'après le catalogue de (Maw et al. 2000). La distribution est mondiale et compte 171 genres et 1133 espèces (Scalenet, 2013). Les cochenilles s'établissent généralement sur les plantes ligneuses vivaces (arbres, arbustes), mais certaines espèces s'observent aussi sur les Graminées. Elles peuvent être observées sur toutes les parties de la plante hôte, incluant les racines. Comme chez les autres Hémiptères, elles possèdent

quatre stylets qui percent les végétaux et prélèvent la sève du phloème et peut-être aussi du xylème et des tissus végétaux (Foldi, 1997). Toutes les espèces produisent du miellat. Dans certains pays, la cire produite par les insectes est récoltée sur une base commerciale (figure 21 et 22).



Figure 21 : Une femelle adulte mature de *Coccide* (Foldi, 1997).



Figure 22 : Cochenille à carapace (Foldi, 1997).

III.4.1. Miellat et fourmis

Les Hémiptères producteurs de miellat ont développé diverses stratégies pour l'expulser au loin. Les *Coccides* retournent leur anus vers l'extérieur, grâce au mouvement de deux plaques anales. Ce faisant, la goutte est enrobée d'une couche de cire poudreuse, puis éjectée sur une distance de 10 à 15 mm ou plus (Foldi, 1997).

Très souvent, ce sont des fourmis qui récoltent le miellat. Lorsqu'elles sont présentes, la goutte de miellat n'est pas éjectée au loin, mais gardée en place entre les poils de la rondelle anale.

Les fourmis sollicitent les cochenilles avec leurs antennes. Certains chercheurs ont observé des fourmis enlever ou tuer des cochenilles. Toutefois, les preuves que les fourmis ont réellement consommé les cochenilles sont plutôt rares (Gullan, 1997). Divers facteurs interviennent dans la relation entre les fourmis et les cochenilles. Certaines cochenilles semblent être plus attrayantes que d'autres. La quantité de miellat produite et sa composition pourraient expliquer ce phénomène. Une même espèce de cochenille produit un miellat de composition différente, selon l'endroit où elle se nourrit ou selon la plante sur laquelle elle s'est établie (Gullan, 1997).

La quantité de miellat produite par les cochenilles peut être phénoménale. Un chercheur a calculé que la récolte annuelle des fruits d'un gros oranger correspond à 14 livres de sucrose (6,4 kg). Sur le même arbre et durant la même période de temps, les fourmis pouvaient récolter l'équivalent de 600 livres de sucrose (272 kg) provenant du miellat d'une importante infestation de la cochenille *Coccus hesperidum* (Gullan, 1997) (figure 23).



Figure 23 : Miellat et fourmis (Gullan, 1997).

III.4.2. Ovisac ou chambre à couvain

Pour protéger sa descendance, la femelle adopte, selon l'espèce, deux stratégies différentes : l'ovisac ou la chambre à couvain. L'ovisac des cochenilles du genre *Pulvinaria* est une masse de cire laineuse composée de longs filaments qui séparent les œufs les uns des autres et les protègent des prédateurs et du dessèchement. La taille de l'ovisac est variable. Il peut être situé sous la femelle ou derrière elle. La carapace est moins développée chez les cochenilles qui fabriquent un ovisac (Koteka, 1990) (figure 24).



Figure 24 : Pulvinaria sp. (Coccidae) et son ovisac (Koteka, 1990).

III.4.3. Cycle de vie

La cochenille naissante reste immobile un certain temps sous la mère ou dans l'ovisac. Une fois sorties de leur torpeur, les jeunes cochenilles sont très actives (McClure, 1990a).

Elles se dispersent et s'établissent généralement en deçà d'un mètre de la mère. Le taux de mortalité du stade rampant est très élevé, car les cochenilles, à cette étape, n'ont pas encore développé de carapace. Certaines cochenilles hivernent alors qu'elles sont au second stade de croissance. À l'automne, elles doivent se déplacer du feuillage vers l'écorce de l'arbre (McClure, 1990a).

III.4.4. Morphologie

La femelle n'a jamais d'ailes. Sa tête, son thorax et son abdomen sont fusionnés en une sorte de sac aplati. La plupart d'entre elles mesurent entre trois et 6 mm, mais certaines espèces peuvent être plus petites ou plus grandes. Par exemple, la Cochenille du magnolia (*Neolecanium cornuparvum*) peut mesurer jusqu'à 12,5 mm. La morphologie des plaques anales est un caractère déterminant chez les femelles adultes *Coccides*. Seuls les *Physokermes sp.* En sont dépourvus. Les femelles adultes ont généralement des pattes et des antennes bien développées. Les stylets sont longs, parfois plus longs que le corps. Lorsqu'ils ne sont pas insérés dans la plante, ils se replient dans une espèce de sac situé sous l'abdomen (McClure, 1990a).

La couleur, la texture et la forme du bouclier mâle varient selon l'espèce. La disposition des sutures, à la surface du bouclier, est caractéristique d'une espèce ou d'un genre donné. À l'aide

d'une loupe, on peut les observer même lorsque les occupants les ont désertés. Les mâles adultes sont généralement ailés et vivent peu de temps puisqu'ils ne s'alimentent pas (McClure, 1990a). (figure 25).



Figure 25 : Bouclier caractéristique d'un mâle *Coccide* (McClure, 1990a).

III.4.5. La cochenille farineuse (*Pseudococcidae*)

On les retrouve occasionnellement sur les racines et les tiges des plantes d'intérieur, mais aussi sur les arbres et les arbustes. Elles ne font pas de boucliers, mais se couvrent plutôt d'une couche de cire protectrice qui laisse deviner leur couleur jaunâtre, grise, rose ou rouge. Elles produisent du miellat qui attire les fourmis. La famille des *Pseudococcidae* est plutôt méconnue, même si elle est la seconde en importance, chez les *Coccoidea*. On estime qu'il y a 2231 espèces et 278 genres mondialement. Dans leur catalogue, (Maw et al. 2000) recensent une seule espèce au Québec, mais il y en a probablement beaucoup plus (figure 26).



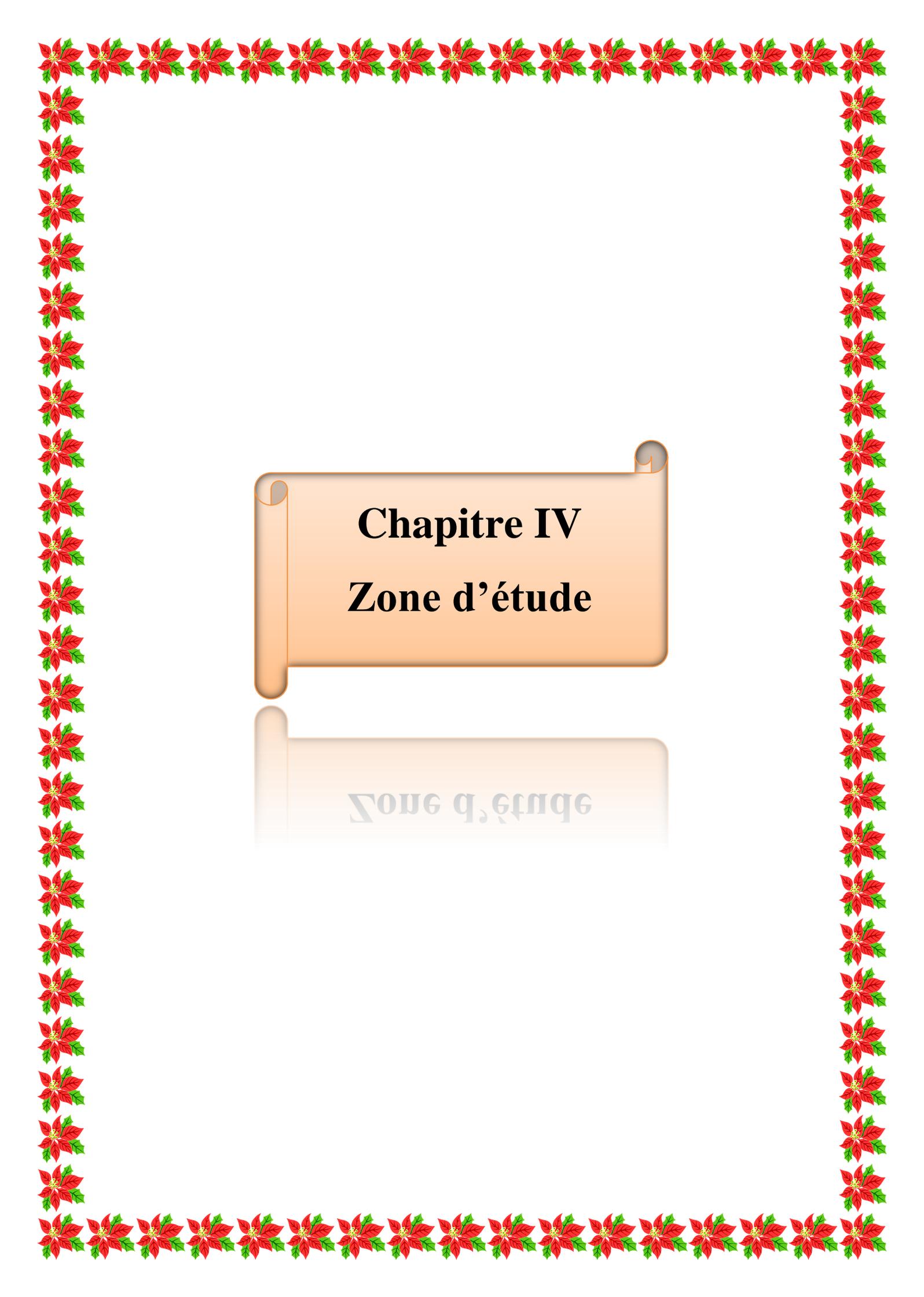
Figure 26 : Cochenille farineuse (*Pseudococcidae*) (Maw et al. 2000).

III.4.6. Prédateurs et parasitoïdes

Les cochenilles sont victimes de plusieurs types de prédateurs, de parasites, de parasitoïdes ou de champignons pathogènes. Malgré la présence d'un bouclier, les *Diaspidides* peuvent être parasités par des acariens ou être les hôtes de guêpes parasitoïdes. Plusieurs types de Coléoptères se nourrissent de cochenilles et réduisent leurs populations de façon significative (Foldi, 1990a). (figure 27).



Figure 27 : Une larve de coléoptère du genre *Hyperaspis* se nourrissant d'une Cochenille du magnolia (Foldi, 1990a).



Chapitre IV
Zone d'étude

Zone d'étude

IV. Zone d'étude

IV.1. Histoire sur le parc National de Theniet El Had

La cédraie de Theniet El Had est une forêt née par une magie superbe du créateur (figure.28), qui a charmé historiens, explorateurs, militaires et saints de toutes les époques (Loukkas, 2006).

Au cours de la période coloniale, cette merveille naturelle attira le délégué financier Jordan qui construisit plus tard un chalet au Rond-Point en 1887 et l'utilisa pendant trente-six années consécutives pour y venir passer l'été avec sa famille, le général De Bonneval rapportait avec une émotion particulière que le Rond-Point est un vrai paysage de suisse ou des Alpes de Savoie (Loukkas, 2006).

IV.2. Sites et paysages naturels remarquables

• Rond-Point (1461m) :

Le canton Rond-point est une grande clairière, véritable mer de verdure cernée par de grands cèdres millénaires. Il représente le cœur même de cette aire protégée Pas loin de là, coule la célèbre source d'Ain Harhar. C'est là aussi où se trouve les deux grands cèdres « Sultan et Sultana » (Loukkas, 2006).

• kef Siga (1741m) :

Le canton Kef Siga est l'endroit idéal pour des prises de vues panoramiques (Loukkas, 2006).

• Ras El bararet (1787m) :

Ras El bararet est le point culminant du parc, il est atteint en prenant le chemin qui prend source du Rond-Point (Loukkas, 2006).

IV.3. Milieu biotique

Le parc s'étend sur une superficie de 3424ha dont 87% est occupée par la végétation. Il représente un ensemble de sites naturels très intéressant par la richesse de sa faune et de sa flore.

➤ La flore :

La végétation du Parc National de Theniet El Had est très variée où les peuplements forestiers représentent les 3/4 de la superficie totale, le reste est à l'état de végétation basse. La flore

comprend 450 espèces dont beaucoup sont endémiques à l'Algérie (**Pnteh, 2013 in Bourorga, 2016**). Au parc national de Theniet Elhad la strate arborée est représenté principalement par le cèdre de l'atlas (*Cédrus atlantica*), le chêne zéen, le chêne vert et le chêne liège .Nous y rencontre avec une moindre importance le genévrier, le pistachier de l'atlas, le frêne commun, l'orme champêtre et le merisier (**Loukkas, 2006**).

➤ **La faune :**

Selon les données du **p.n.t.e.h (2012)**, vingt espèces de mammifères dont onze protégées, quatre-vingt-treize espèces d'oiseaux dont vingt-neuf protégées, trois cent quarante-quatre espèces d'insectes et dix-huit espèces de reptiles (**Bourorga, 2016**).

Le parc abrite les espèces mammifères suivantes (**Loukkas, 2006**) : Le sanglier, le chat sauvage, la belette, la genette, la mangouste, le lièvre commun, le lapin de garenne, la grande gerboise, le hérisson, le porc épic ...etc.

IV.4. Milieu abiotique

IV.4.1. Géologie

Le sol du parc national repose sur des grés numidiens. Les substrats rencontrés sont essentiellement à base de calcaire de schiste et de marne dans les basses altitudes (**Belkaid, 1988 in Guittoun, 2004**).

IV.4.2. Sol

Au niveau du P.N.T.E.H on trouve les trois types de sol :

✓ **Les sols peu évolués**

Ils sont pauvres en matière organique, à texture grossière, se trouve dans les deux versants du parc (**Zedek, 1993 in Bourorga, 2016**).

✓ **Les sols minéraux bruts d'érosion**

Ils sont peu profonds, de texture à particules grossière, avec un pH neutre ces sols se succèdent presque sans interruption avec des affleurements de la roche mère (**Zedek, 1993 in Bourorga, 2016**).

✓ **Les sols brunifiés lessivés**

Les sols brunifiés lessivés sont riches en potassium, azote et en matière organique qui contient plus d'argile (**Batel, 1990 in Bourorga, 2016**).

IV.5. Situation géographique

L'étude a été faite dans la cédraie de Theniet El Had, dépendant administrativement de la wilaya de Tissemsilt et de daïra de Theniet El Had. Sur le plan forestier, elle est rattachée au Parc National de Theniet El Had depuis 1983, d'une superficie de 3.460 ha. La cédraie occupe près de 1/3 de superficie totale du Parc (**p.n.t.e.h, 2006**). Sur le plan géographique, la cédraie de Theniet El Had s'étale sur Djebel El Meddad (dénomination locale du cèdre). Ce chaînon est situé dans la partie méridionale de l'Atlas Tellien dans le prolongement Est du massif de l'Ouarsenis, qui constitue une transition entre la plaine de Chlef et le plateau de Seresou (**Sari, 1977**).

La cédraie de Theniet El Had (Figure 29) est considérée comme étant (L'une des plus belles curiosités naturelles de l'Algérie). (**Boudy, 1950**).

Le point culminant est celui de Ras El Braret avec une altitude de 1786 m. Le point le plus bas est de 900 m d'altitude dans le versant nord du parc. L'altitude moyenne est de 1550 m. (**Boudy, 1955**).

L'étude **Bulgare (1984)** a montré que dès le 8^e m^e siècle, des botanistes ont plantés des graines de cèdre à différents endroits en haute altitude, ce qui nous mène à conclure que la cédraie de Theniet El Had existe depuis très longtemps. Le 23 Juillet 1983, la cédraie est déclarée parc national par décret présidentiel N° 83-459.



Figure 28 : Le Parc National de Theniet El Had (cliché par LAZREG 18/05/2019).

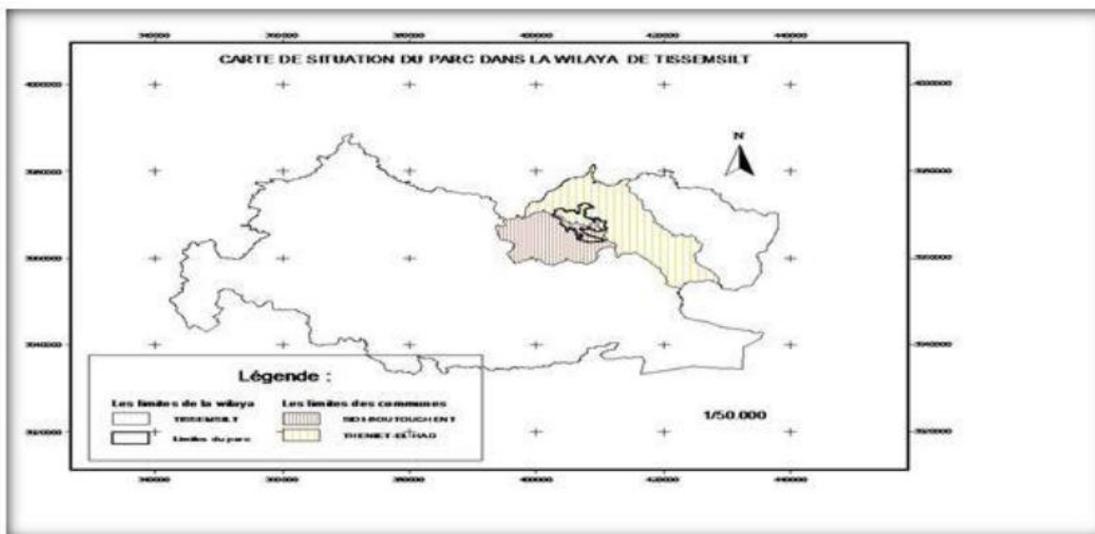


Figure 29 : Carte de situation du parc national de T.E.H. (p.n.t.h.2011).

➤ Les coordonnées géographiques

Les coordonnées géographiques correspondantes à la limite de la cédraie sont les suivantes :

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

IV.6. Les données géologiques

Le massif de Thniet El Had repose sur des grés numidiens, représentés par des substrats à base de calcaires, de marnes et de schistes dans les basses altitudes (**Belkaid, 1988 ; P.N.T.H, 2006**). Dans les parties centrales du parc et les parties les plus hautes du massif on trouve des grés de couches épaisses situées sur des couches fines d'argiles et de marnes. Sur les parties ouest du parc, on trouve des sédiments du moyen éocène développés en marne faciès (**Boudy, 1955 ; Ghalmi, 1990**). La base de la structure géologique du massif de la forêt, relevant du crétacé, est constituée de sédiments oligocènes développés en faciès (Numidien) (**Boudy, et al 1950**).

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

IV.7. Situation administrative

De point de vu découpage administratif, le territoire du Parc fait partie de (**Bouceddi, 2014**):

- ✓ **Wilaya de** : Tissemsilt.
- ✓ **Daïra de** : Theniet El-Had.
- ✓ **Commune de** : Theniet El-Had.

En ce qui concerne l'administration forestière, la zone fait partie de (**Bouceddi, 2014**) :

- ✓ **Conservation** : Tissemsilt.
- ✓ **Circonscription** : Theniet El-Had.
- ✓ **District** : Theniet El-Had.

IV.8. Les données climatiques

Le climat est un ensemble de facteurs écologiques dont dépendant étroitement l'équilibre, le maintien et la distribution des êtres vivants (**Faurie et al, 1980**). Les populations et les biocénoses

sont sous la dépendance des facteurs de leurs environnements dont les principaux sont la précipitation et la température (**Duvignaud, 1980**).

L'absence de poste météorologique au niveau de la ville de Theniet El Had cause un problème majeur par le manque de données climatiques récentes à l'exception des données climatiques de **Seltzer (1946)** qui sont très anciennes.

IV.8.1. Température

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'être vivants dans la biosphère (**Ramade, 2003**).

Les moyennes de températures mensuelles maximales et minimales en °C de 10 ans pendant la période entre 2001 à 2012, relatives à notre zone d'étude sont regroupées dans le tableau (2) ci-après.

La moyenne des températures maximales du mois le plus chaud est de 34,0 °C dans la première station est de 34,8 °C, correspondant au mois de Juillet. La moyenne des températures minimales du mois le plus froid est de -0,2 °C, correspondant au mois de Janvier (**Fodil et al., 2012**).

Tableau 02: Températures moyennes mensuelles en °C de la zone d'étude (2001-2012).

	Jan.	Fév.	Mars	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

(**Fodil et al., 2012**)

IV.8.2. Pluviométrie

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes (**Ramade, 1984**). Les pluies saisonnières ont une influence plus importante sur les invertébrés (**Kwok et Corlett, 2002**). Les moyennes des précipitations mensuelles en millimètre sont présentées dans le tableau (03).

Tableau 03 : Moyennes des précipitations mensuelles de la zone d'étude (2001-2012).

	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

(Fodil et al., 2012)

L'évolution des précipitations mensuelles moyennes de la période entre 1980 et 2009, révèle une période pluvieuse qui s'étend de Septembre à Mai ($P > 40$ mm) avec un maximum de 58,8 mm obtenus au mois d'Avril.

Tandis qu'au cours de la période sèche (entre Juin et Août) la pluviométrie est inférieure à 12,9 mm dans la zone d'étude. Le mois de Juillet est le plus sec de toute l'année avec une valeur de 4,7 mm.

IV.8.3. Vent

La valeur maximale de force du vent a lieu pendant la saison hivernale dont les vents dominants sont ceux du Nord et du Nord- Ouest. (**p.n.t.e.h, 2006**).

IV.8.4. Gelée

Le parc national, par ses hautes altitudes et son appartenance à l'étage bioclimatique humide a hiver froid, est exposé à de fréquentes périodes de gelées allant de décembre jusqu'au mois d'avril (**Guittoun, 2004**).

IV.8.5. Neige

La neige quoiqu'elle à un rôle important dans la régénération du cèdre par l'éclatement des cônes, elle constitue néanmoins un facteur défavorable lorsqu'elle persiste longtemps en réduisant la période végétative (**Hadji, 1997 in Said, 2006**).

IV.8.6. Synthèse climatique

➤ Diagramme ombrothermique

Le diagramme ombrothermique de **Bagnouls et Gaussen (1953)** permet de calculer la durée de la saison sèche en portant pour une station, la pluviométrie moyenne mensuelle (P_m) et la température moyenne mensuelle (T_m). Un mois sera dit biologiquement sec si $P \leq 2 T$; la lecture est faite directement sur le graphique le figure (30). Pour les deux stations, ce graphique est d'un type monomodal où la durée de la période sèche est de 4 mois (de mi-mai jusqu'à mi-septembre).

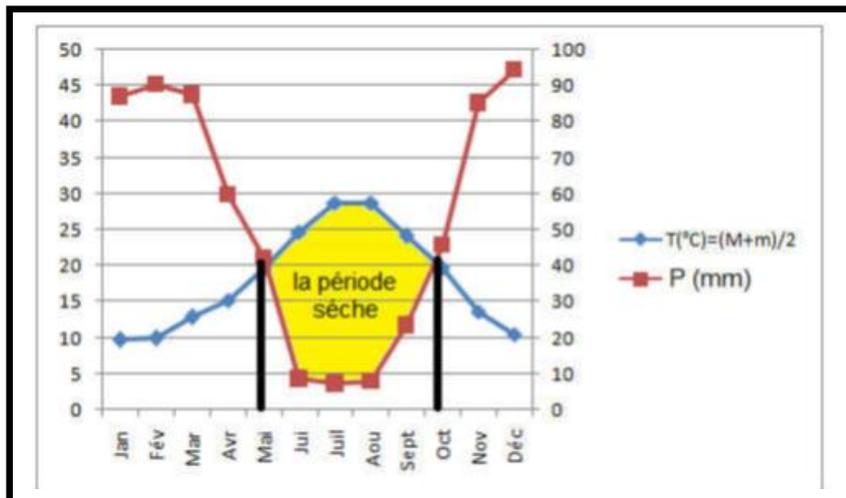


Figure 30 : Diagramme ombrothermique de trois stations de la zone d'étude.

➤ Climagramme d'EMBERGER

D'après la formule d'EMBERGER proposé pour la région méditerranéenne, la zone d'étude est retenue être soumise à l'étage bioclimatique subhumide à hiver froid (figure 31).

D'après Stewart (1969) le quotient pluviométrie 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 les plus chauds exprimés en °C.

m : Moyenne des températures minima du mois les plus froids exprimés en °C.

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

Tableau 04 : Caractéristiques bioclimatiques de la zone d'étude.

Station	P (mm)	M (°C)	m (°C)	Q ₃	Bioclimat	Variante
Parc National de Theniet El Had	493,7	34,0	-0,2 °C	49,5	Semi-aride	Hiver froid

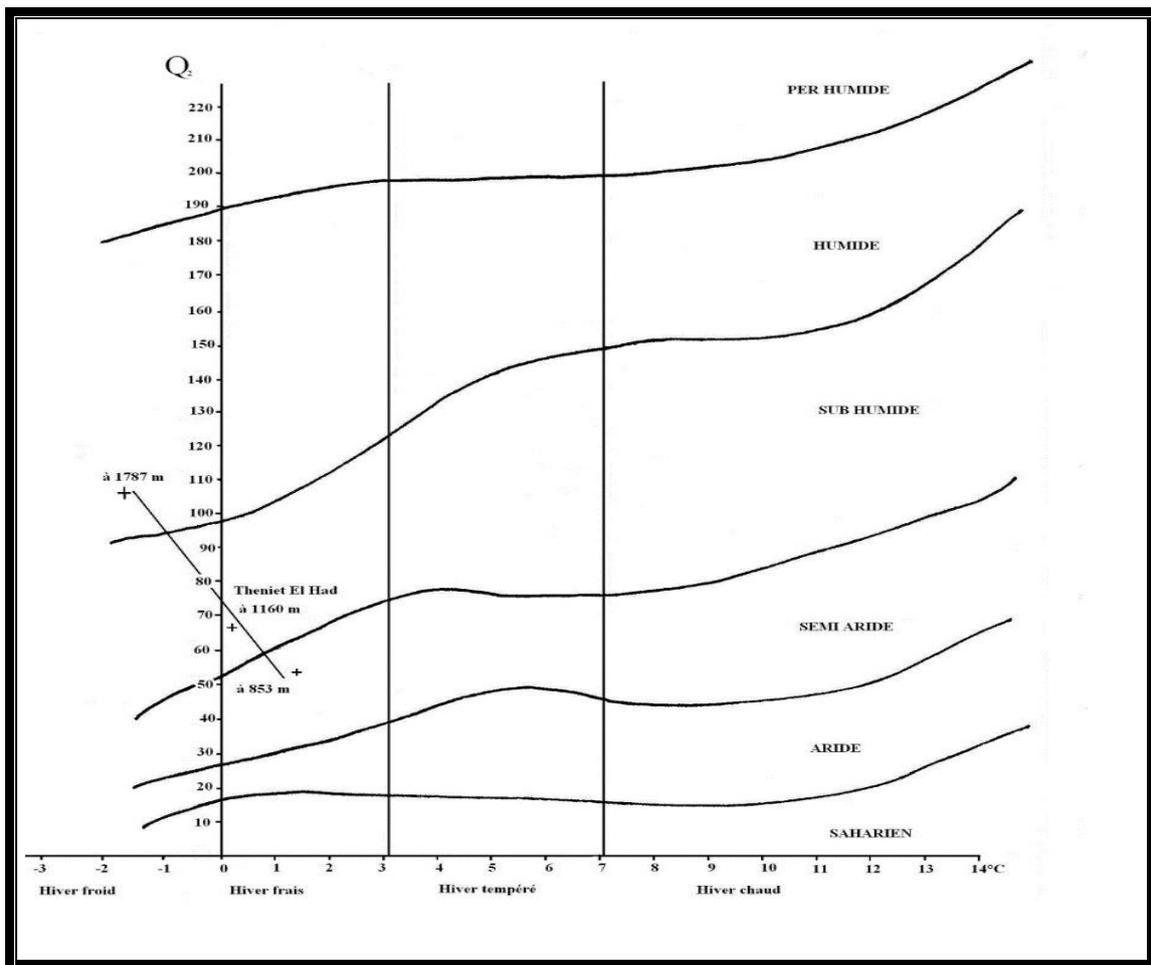
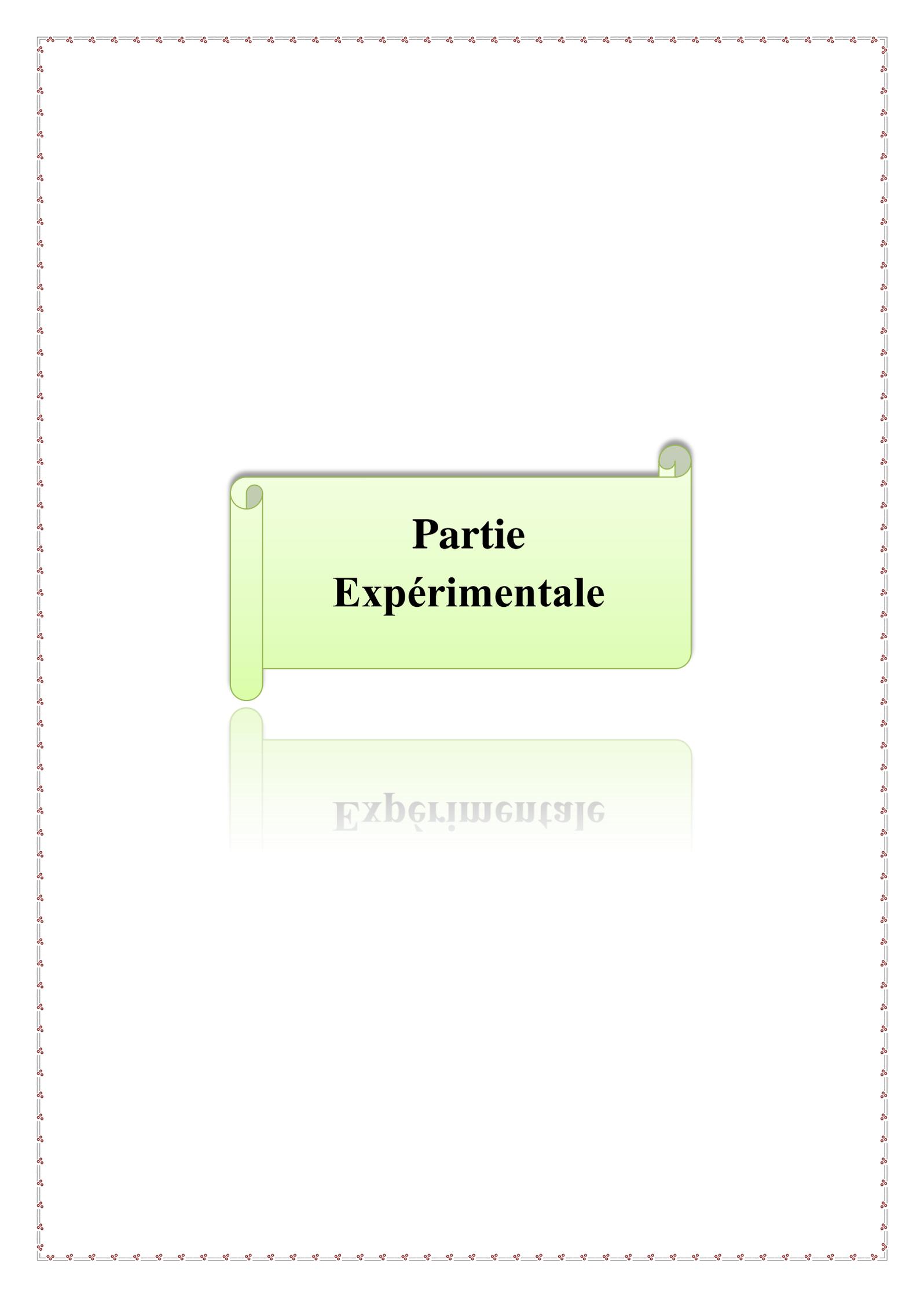
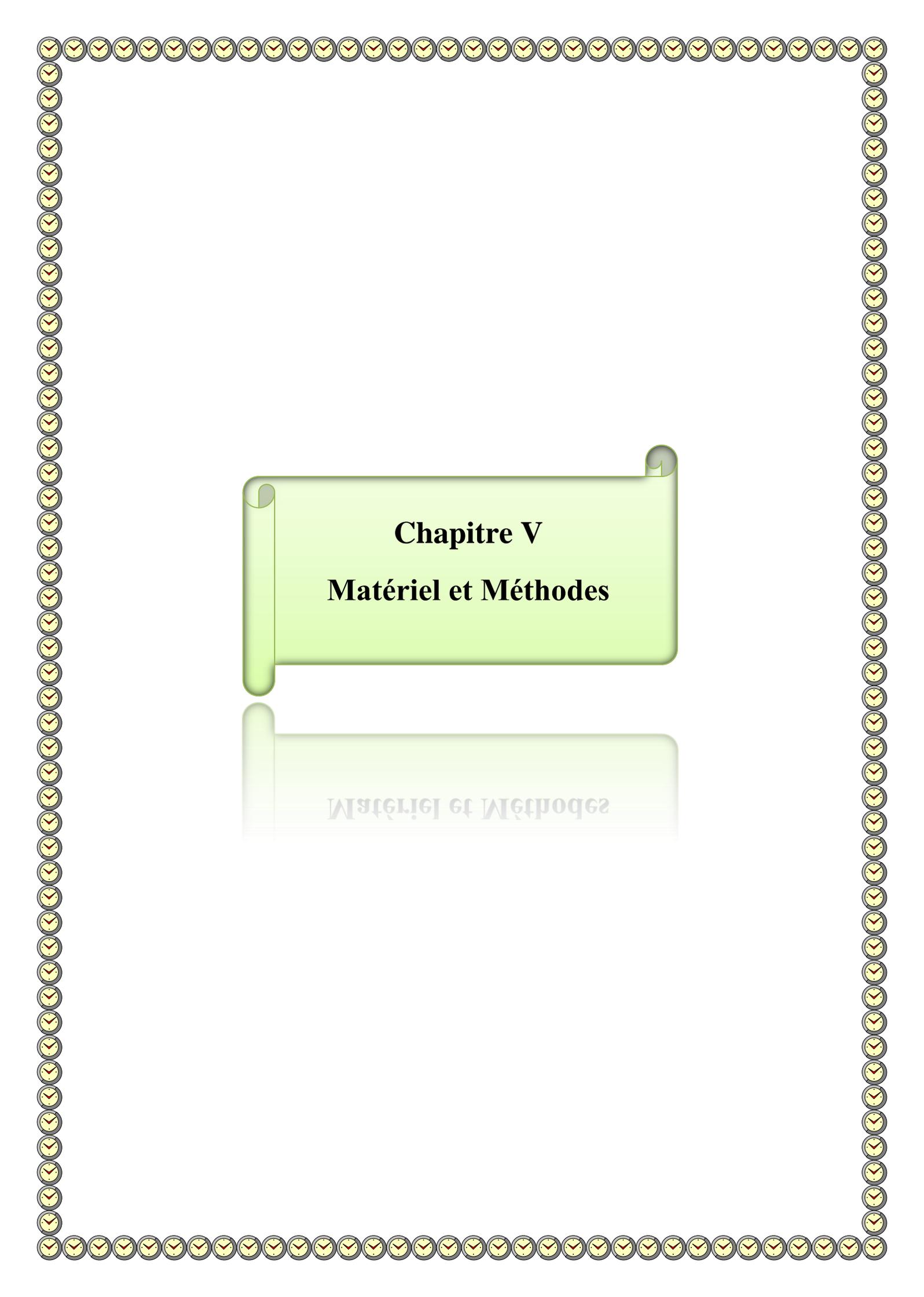


Figure 31 : Localisation de la zone d'étude dans le climagramme d'Emberger.



Partie Expérimentale

Expérimentale



Chapitre V
Matériel et Méthodes

Matériel et Méthodes

V. Matériel et méthodes

V.1. Description des stations d'étude

Les stations choisies diffèrent sur le plant altitudinal et floristique. Ceci pour mieux connaître l'évolution de la faune du cèdre et dégager les espèces strictement inféodés à cette essence. Nos stations ont été établies à l'intérieur des cédraies afin d'éviter les effets de lisière. (Figure 30).

Nous avons d'abord effectué deux sorties préliminaires dans le parc national de Theniet El Had au cours de la période estivale de l'année 2019, afin d'examiner les trois stations les plus représentatives.

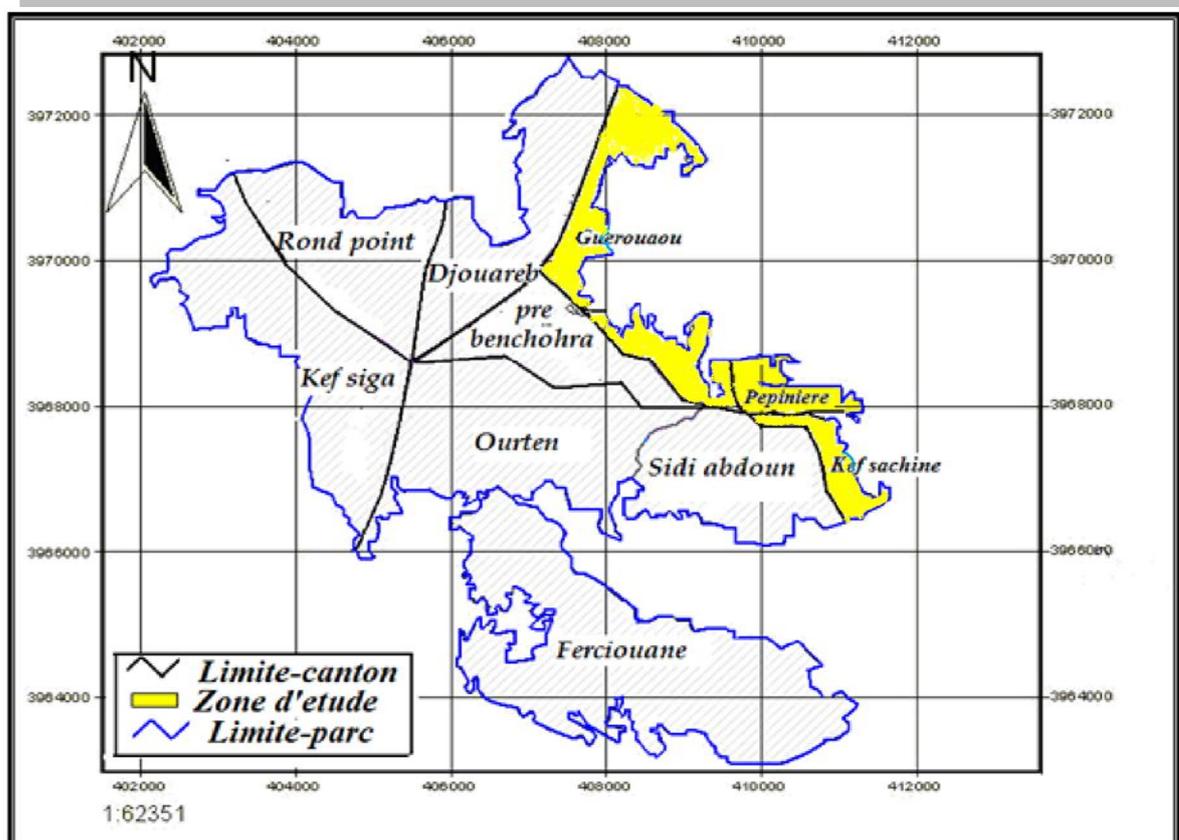


Figure 32 : Localisation des stations d'étude (Fodil *et al.*, 2012).

V.2. Matériel utilisé

Pour connaître et étudier la dynamique de population des insectes frondicoles et l'influence des orientations et de l'altitude sur les différentes stations.

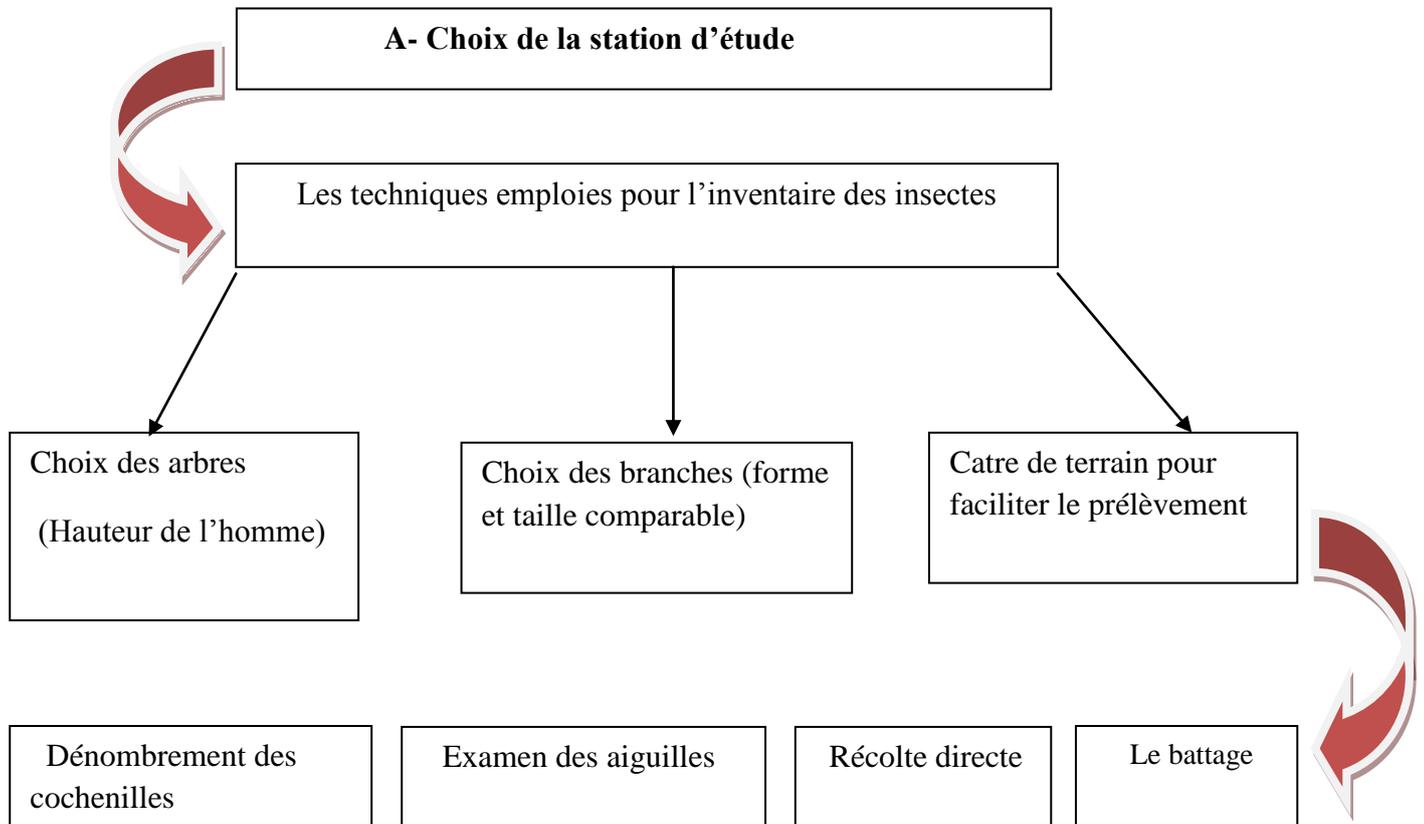
Le matériel que nous avons utilisé est illustré dans le tableau (05).

Tableau 05 : matériel utilisé

Sur terrain :	Au laboratoire :
<ul style="list-style-type: none"> • Sécateur • Pince • Sacs en plastique • Carnet et Stylo • Appareil photo 	<ul style="list-style-type: none"> • Chauffe ballon • Ballon • Bain marie • Balance • Béchers • Les ampoules • Flacons • Papiers absorbant • Papiers aluminium • Microscope optique • L'eau distillée • Le bois (dépéri, sein)

V.3. Protocole expérimental

Les principales étapes de notre étude expérimentale sont résumées dans la (figure 33, 37).

1^{ère} Partie : au terrain

Remarque : pour que le prélèvement soit fait dans les meilleures conditions, nous avons toujours commencé à récolter la faune dans les stations de 8 h à 9 h du matin.

Figure 33 : Schéma explicative de protocole expérimental (au terrain).

V.3.1. Echantillonnage

Notre méthode de travail est résumée comme suite :

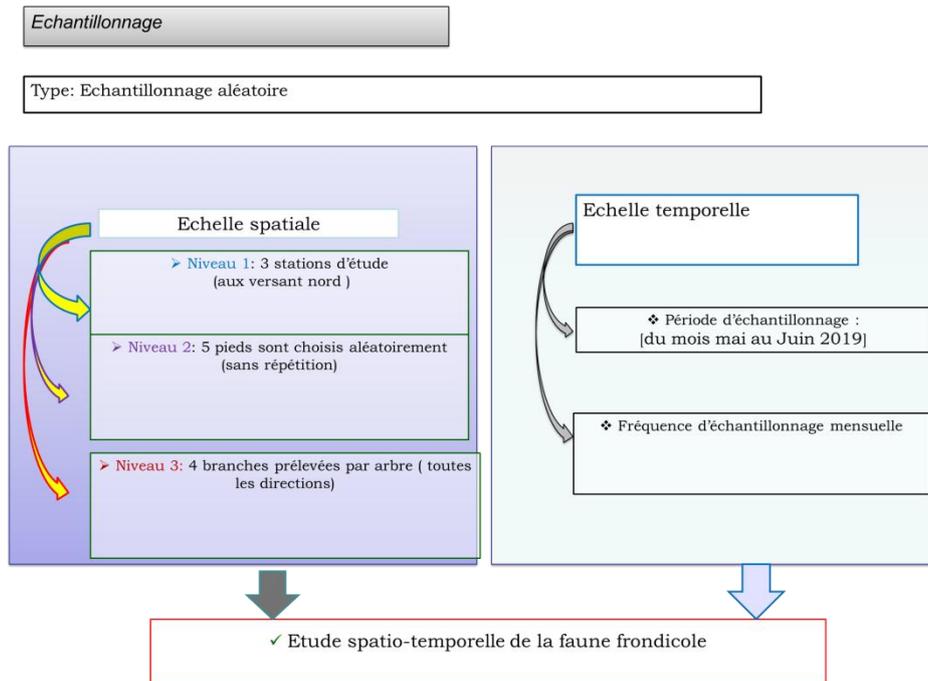
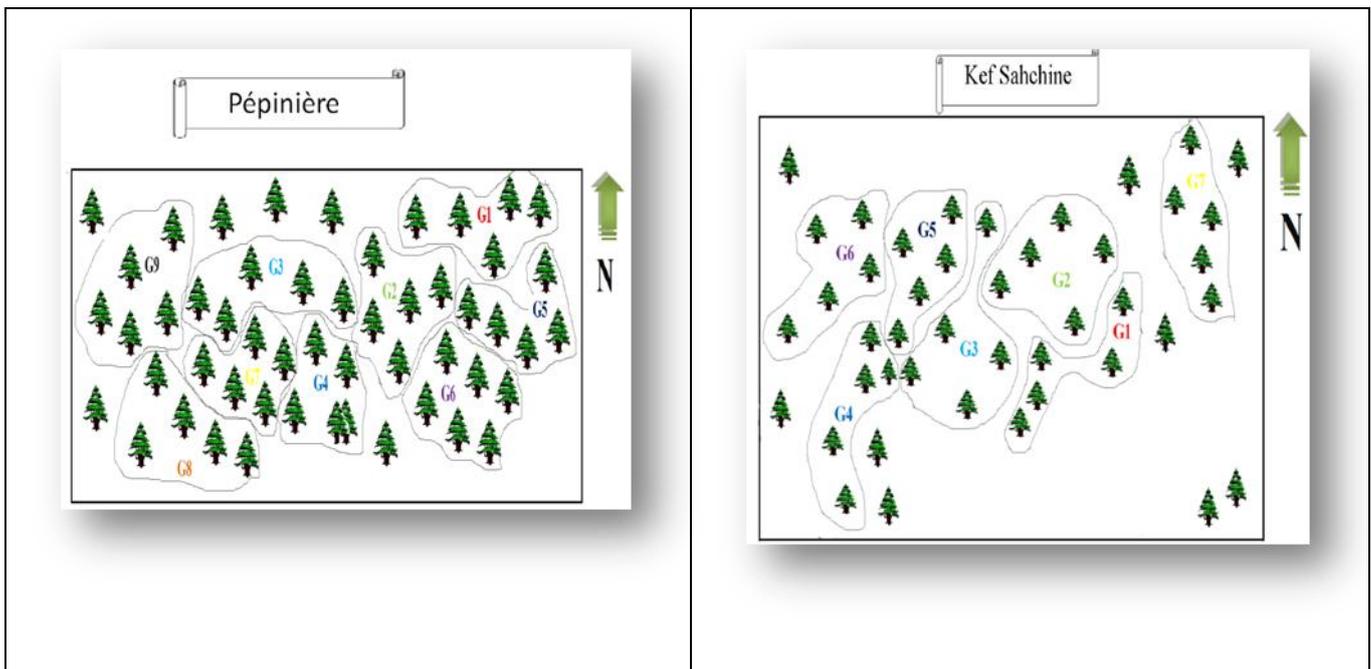


Figure 34 : Méthode d'échantillonnage de la faune frondicole (Fodil et al., 2012).



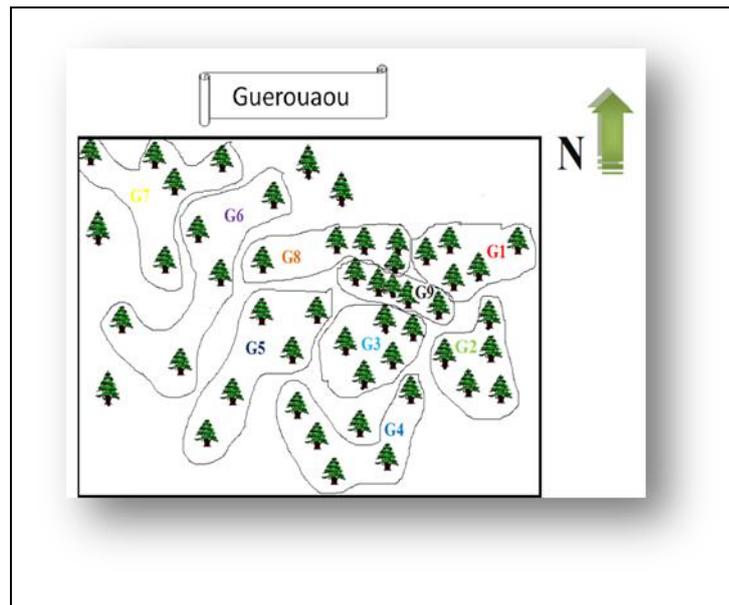


Figure 35 : Localisation des arbres pour prélèvement des échantillons au niveau des trois stations (Fodil et *al.*, 2012).

Au cours des sorties préliminaires, dans chaque station, les arbres ont été choisis et numérotés.

A l'aide d'un sécateur nous avons coupé des branches de cèdre d'une vingt-cinq centimètres de longueur de différentes positions, dont nous avons prélevé deux branches cardinale. Ainsi les échantillons recueillis sont conservés dans des sachets en plastique avec des étiquettes qui portent le lieu la date et l'exposition. Nous avons utilisé la méthode de battage des branches.

Pour déterminer le nombre de coupe de bâton pour récupérer toute la faune d'une branche, nous nous sommes référés aux travaux de (Mouna, 1982).



Figure 36 : Détermination et dénombrement de la faune d'une branche.

Pour dénombrer les cochenilles nous avons choisies deux branches par arbre, dans chaque branche nous avons découpés quatre bouquets puis dénombrées les aiguilles totales et des aiguilles attaquées par des cochenilles ce travail résumer dans le tableau suivant :

Tableau 06 : Dénombrement des cochenilles (original).

Les aiguilles			Les cochenilles		
Aiguilles Totales	Aiguilles Attaquées	Aiguilles Sains	<i>L. Pini</i>	<i>C.Kabyliensis</i>	<i>D.regneri</i>
3524	451	3073	310	167	14
Taux d'attaque : 12,79%			63%	34,01%	02,85%

- Nombre des aiguilles totales : 3524
- Nombre des aiguilles attaquées : 451
- Nombre des aiguilles sain : 3073
- Le taux d'attaque : $(451 \times 100 / 3524) = 12,79\%$
- Nombre des cochenilles totales : 491
 - *Leucaspis Pini* H: 310
 - Le taux d'attaque : 63%
 - *Chionaspis Kabyliensis* H: 167
 - Le taux d'attaque : 34,01%
 - *Dynaspidiotus regneri* B : 14
 - Le taux d'attaque : 02,85

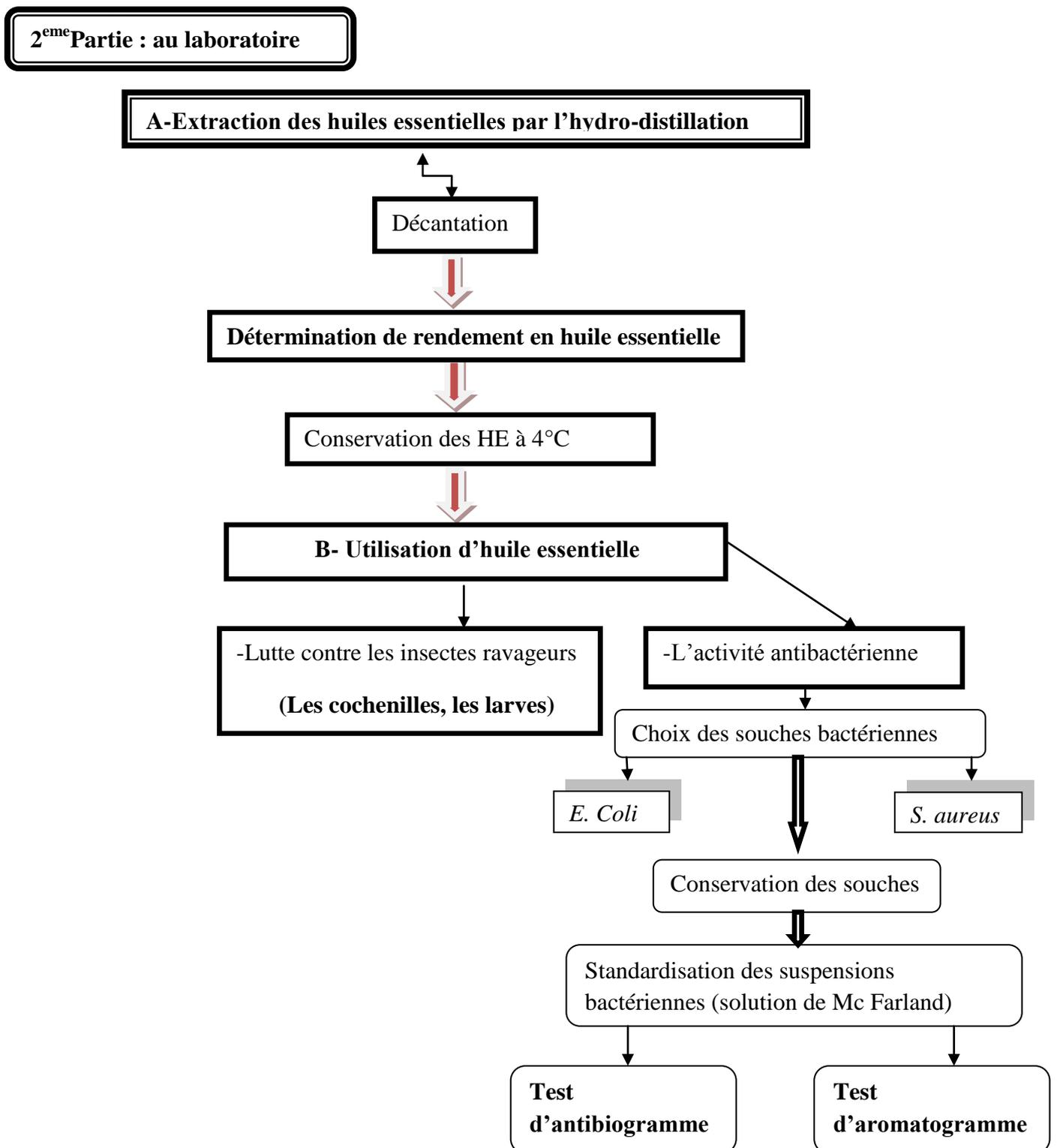


Figure 37 : Schéma explicative de protocole expérimental (au laboratoire).

V.4. Extraction des huiles essentielles

V.4.1. Découpage des bois

Les bois (Sain et dépéri) de *Cedrus atlantica* récoltés dans la zone d'étude. Les figures (38 et 39).



Figure 38: Le bois sain.



Figure 39 : Le bois dépéri.

V.4.2. Extraction par l'hydro distillation

L'extraction des huiles essentielles a été effectuée au laboratoire de biotechnologie alimentaire à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie par la méthode de l'hydro-distillation (figure 40).

- ▪ Chauffe-ballon ;
- ▪ Ballon de 1000ml à tube à dégagement latéral, un réfrigérant à eau ;
- ▪ Eprouvette graduée de 500ml, un erlenmeyer de 250ml muni d'un bouchon ;
- ▪ Balance et le matériel végétal (bois sain et dépéri).



Figure 40 : Montage de l'Hydro-distillation employé pour l'extraction d'HE.

Au cours de chaque essai, dans un ballon de 1000 ml on introduit (250 à 500 ml) d'eau distillée et (40 à 50 g) du bois de cèdre de l'Atlas (Dépéri et Sain). Le matériel végétal avec le ballon sont mis à chauffer sur une chauffe ballon à une température de 60°C pendant 3 heures, temps après lequel on obtient le distillat. Ce dernier est versé dans une ampoule à décanter où il est laissé

pendant (24h à 48h) pour voir s'il y a une séparation entre la phase huileuse et la phase d'eau (figure 41 et 42) (Clevenger, 1928).

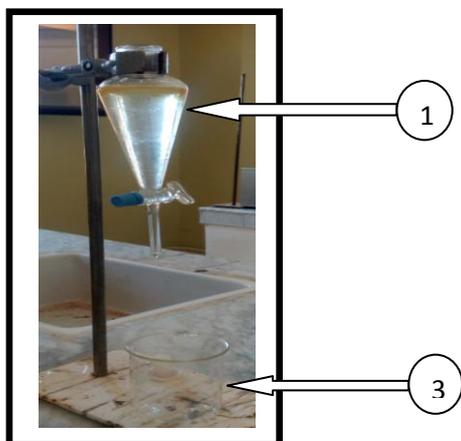


Figure 41: Décantation de distillat.

- 1- Le distillat dans une ampoule à décanter.
- 2- HE obtenue.
- 3- Hydrolat.

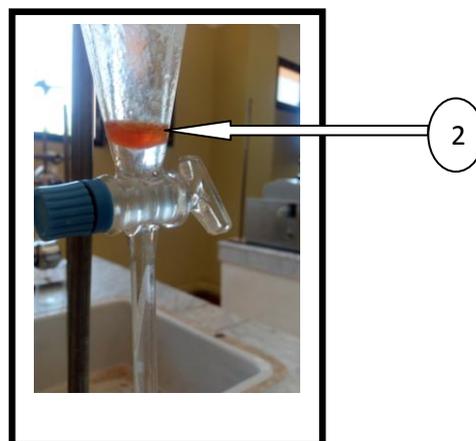


Figure 42 : Huile essentielle obtenue.

V.4.3. Conservation de l'huile essentielle obtenue

La conservation de l'huile essentielle exige certaines précautions indispensables. Pour l'huile essentielle de cèdre est conditionnée dans un flacon stérilisé en verre fumé, hermétiquement fermé pour éviter tout risque d'altération d'huile essentielle par la lumière et l'oxygène de l'air. Le flacon est conservé à une température de 4°C jusqu'à l'utilisation de cette huile essentielle (Burt, 2004).

V.4.4. Détermination du rendement en huile essentielle

Après plusieurs essais d'extractions des huiles essentiels de cèdre, on a calculé le rendement de l'HE qui est défini comme étant le rapport entre la masse d'HE obtenue et la masse du matériel végétal traité (AFNOR, 1986).

Le rendement est exprimé en pourcentage :

$$\mathbf{R(\%) = M_{HE} / M_S \times 100}$$

R : Rendement de l'HE en %.

MHE : Quantité d'extraits récupérée en (g).

MS : Quantité de la matière végétale sèche utilisée pour l'extraction exprimée en (g).

V.5. Evaluation de l'activité antibactérienne

Les huiles essentielles présentent une sérieuse alternative à la médecine des antibiotiques contre les pathologies infectieuses (Carson *et al*, 1995 in Piochon, 2008). On distingue deux sortes d'effets des huiles essentielles sur ces microorganismes :

- **Effet bactéricide** (bactéricide) : exerçant une activité létale ;
- **Effet bactériostatique** (bactériostase) : entraînant une inhibition de la croissance.

L'activité bactériostatique est souvent plus assimilable aux huiles essentielles que l'activité bactéricide. Cependant il a été démontré que certains constituants chimiques des huiles essentielles ont des propriétés bactéricides (Kunle *et al*, 2003 in Lakhdar, 2015).

V.5.1. Choix des Souches bactériennes

Les *S. aureus* et *E. coli* sont des bactéries impliquées dans des pathologies variées et souvent responsables d'infections contractées dans les hôpitaux (infections nosocomiales) (Fritsche *et al*, 2005 in Piochon, 2008).

Des souches pures des bactéries étudiées sont issues du laboratoire de microbiologie (Département de SNV) Université de Tiaret. Le tableau suivant représente ces différentes souches :

Tableau 07 : Provenance des germes testés.

Souche bactérienne utilisée	Coloration de gram	Origine
- <i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	A Gram Négatif	Laboratoire de microbiologie (Département de SNV) Université de Tiaret.
- <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 29213	A Gram Positif	

V.5.2. Conservation des souches bactériennes

Les souches bactériennes *E. coli*, et *S. aureus* utilisées dans notre étude sont conservées dans des tubes par congélation dans les milieux de cultures spécifiques à chaque souche contenant 20% du Glycérol à une température de -20 °C.

V.5.3. Choix des milieux de culture

Le milieu de culture utilisé pour étudier l'activité antibactérienne est l'Agar de Muller Hinton (AMH). Ce milieu est le plus utilisé pour les tests de sensibilité aux agents antibactériens (Gachkar *et al*, 2007; Hussain *et al*, 2010).

V.5.4. Standardisation des suspensions bactériennes

Les bactéries à tester sont ensemencées sur des boîtes de Pétri contenant la gélose nutritive (GN) ou autres milieux selon les souches et incubées pendant 24 heures, afin d'obtenir une culture jeune des bactéries et des colonies isolées. A partir de ces boîtes, à l'aide d'une anse de platine quelques colonies bien isolées et parfaitement identiques sont prélevées et mises dans 5ml d'eau physiologique stérile à 0.9% de sel (Na Cl). La suspension bactérienne est bien homogénéisée (Mohammedi, 2006).

Un spectrophotomètre a été utilisé pour contrôler l'exactitude de la densité du standard du Mc Farland 0.5 à une longueur d'onde de 625 nm, l'absorbance doit être comprise entre 0.08 et 0.13, pour cette intervalle la charge microbienne est entre 10^7 et 10^8 germes /ml L'inoculum est ajusté soit en ajoutant de la culture s'il est trop faible ou de l'eau physiologique stérile s'il est trop fort (Duraffourd et al., 1990).

V.5.5. Méthode de diffusion sur disque (Aromatogramme)

afin de tester l'activité antibactérienne des huiles essentielles, nous avons utilisé la méthode de l'aromatogramme par diffusion à partir des disques imprégnés d'huile essentielle, des disques de papier filtre de 6 mm de diamètre imprégnés d'huile essentielle (15 μ l, 20 μ l, 30 μ l), sont déposés à la surface d'un milieu gélosé en boîte de pétri (3 disques de papier filtre par boîte), préalablement ensemencées en surface en nappe avec 0.1 ml(100 μ l) d'inoculum de concentration précise pendant 5 à 10 min et l'excédent de l'inoculum est éliminé par aspiration (figure 43) (Benzeggouta, 2005 ; Pibiri, 2005).

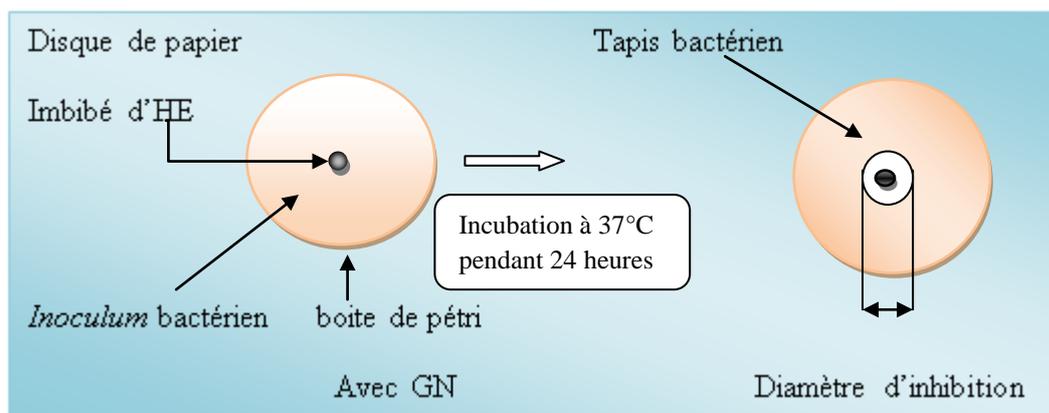


Figure 43 : Principe de la méthode de diffusion par disque (Oumeri, et Bensattalah, 2017).

V.5.6. Test d'antibiotiques (Antibiogramme)

Des disques d'antibiotiques Acide Nalidixique, Streptomycine ont été utilisés comme une référence (témoins positifs) pour l'évaluation de la sensibilité des microorganismes testés dans ce travail. Cet examen se fait de la même manière qu'un aromatochrome ou les HE sont remplacées par les antibiotiques. Un témoin négatif a été utilisé pour l'évaluation de la sensibilité des microorganismes testés dans ce travail en absence des HE et des disques d'antibiotiques. Après incubation à 37° pendant 24 h, la lecture des résultats se fait par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition en mm (Leclerc *et al.*, 1983 ; Prescott *et al.*, 2007).

V.6. La lutte contre les cochenilles

L'efficacité d'un produit est évaluée par le pourcentage de la mortalité des individus qu'ils sont dans la même population traitée par un toxique. Il existe, en fait dans toute population traitée une mortalité naturelle qui vient s'ajouter à la mortalité provoquée par ce toxique, les pourcentages de mortalité doivent être corrigés par la formule d'Abbott :

$$Mc \% = (M - Mt * 100) / (100 - Mt).$$

Mc : La mortalité corrigée.

M : Pourcentage de morts dans la population traitée.

Mt : Pourcentage de morts dans la population témoin.

L'efficacité d'un toxique se mesure par sa DL₅₀ et DL₉₀ qui représentent les quantités de substance toxique entraînant la mort de 50% et 90% d'individus d'un même lot respectivement (Belhadj *et al.*, 2017).

V.6.1. Evaluation de la toxicité des huiles essentielles par contact (cas des cochenilles)

Au cours de notre travail nous avons choisis six branches, chaque branche contient de vingt-deux bouquets, puis nous avons dénombrées le nombre des cochenilles dans chaque branche (Figure 44).

Nous avons réalisées 04 essais de solution d'huile essentielle (1ml), chaque solution est diluée avec du méthanol de concentrations différentes (0.33 ml, 1ml, 2.33ml, 3ml). A l'aide d'un pulvérisateur et d'une manière homogène les solvants préparés ont été bien éclaboussés sur 06 branches de cèdre de l'Atlas qui contiennent les cochenilles, dont les observations des insectes (Morts et Vivants) ont été réalisées chaque 24h.

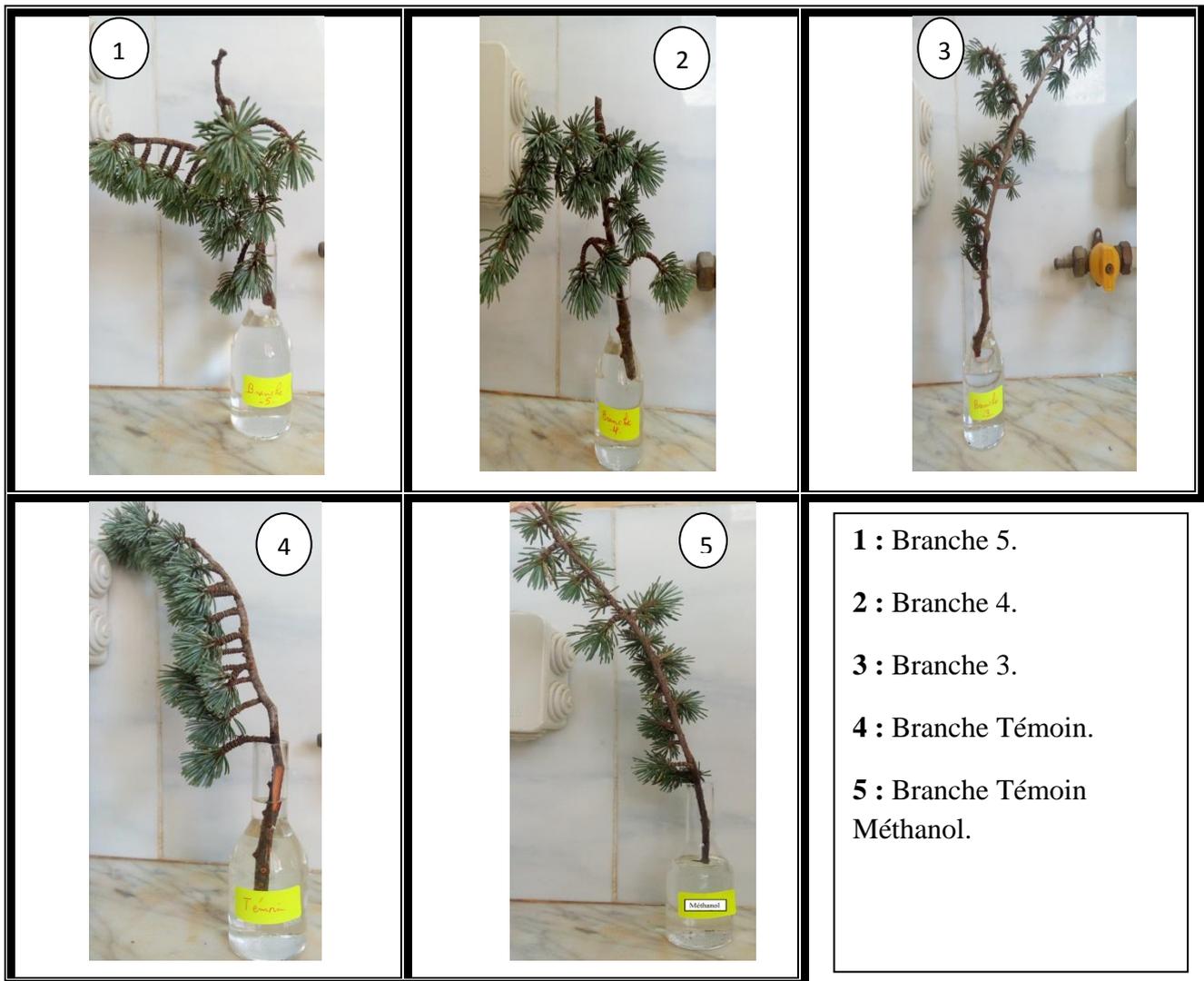


Figure 44 : Les différentes branches utilisées dans l’insecticide.

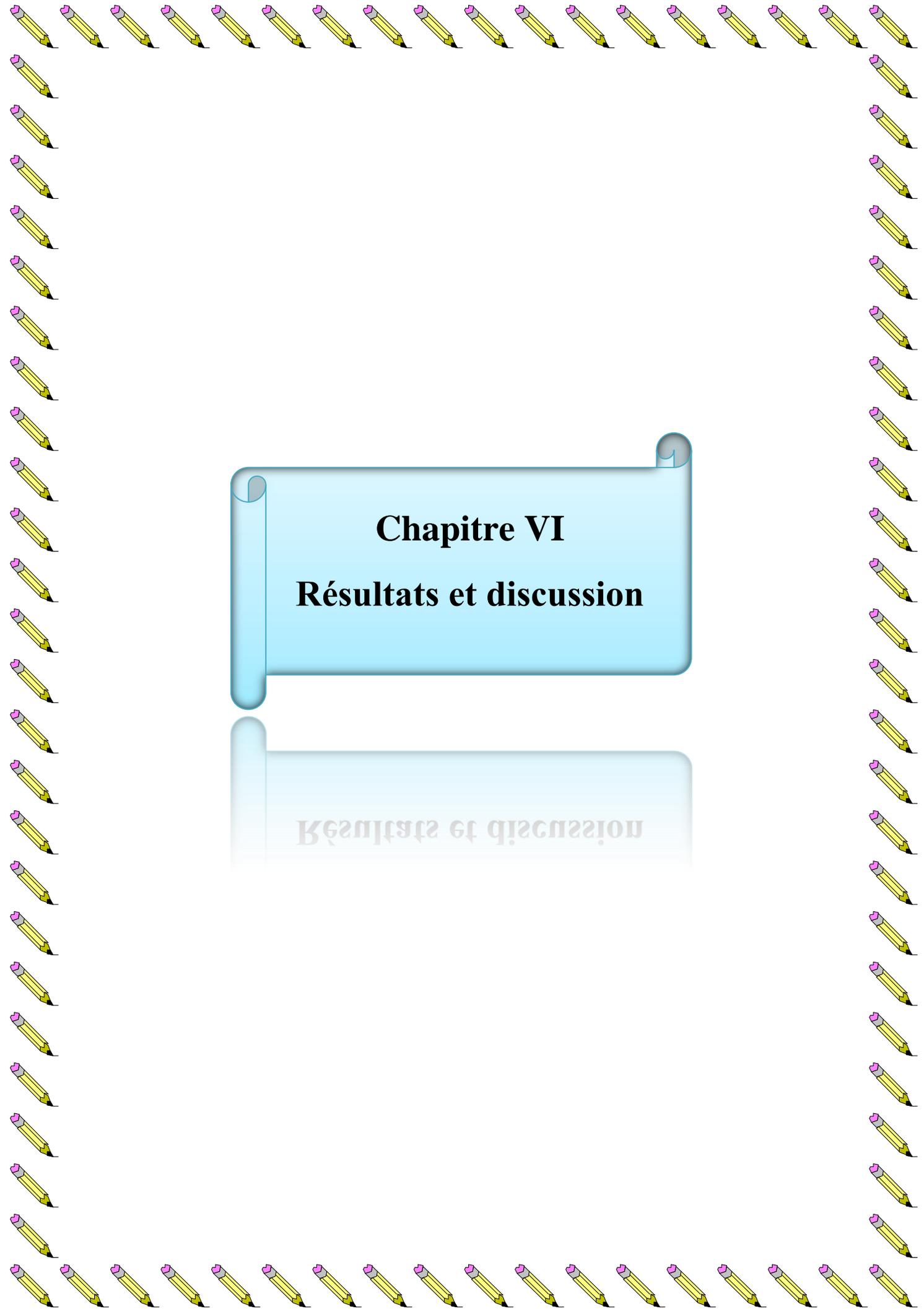
Notre travail est résumé dans les tableaux suivants :

Tableau 08 : l’effet insecticide (du bois dépéri).

Les branches	Les bouquets	Les cochenilles
Branche témoin	22	251
Branche (Méthanol)	22	367
Branche 3	22	283
Branche 4	22	426
Branche 5	22	385
Branche 6	22	169

V.6.2. Test de toxicité par contact des huiles essentielles sur les ravageurs des graines

Pour chaque essai, une solution méthanol de 1 ml, contenant chacune des huiles Essentielles les doses (2; 4; 8 et 16 μ l/ml de méthanol) est dispersé d'une manière homogène dans des boîtes de pétri et laisser évaporer le solvant pendant 15 à 20 minutes. Les essais ont été répétés 4 fois pour chaque dose. Toutes les boîtes ont été infestées par 10 larves d'insectes de graines. Mettre les boîtes dans l'étuve réglée à 30 °C. Après deux heures, on compte le nombre d'insectes présents dans la partie traitée avec de l'huile essentielle et le nombre d'individus présents dans la partie traitée uniquement avec de le méthanol.



Chapitre VI
Résultats et discussion

Résultats et discussion

VI. Résultats et discussion

VI.1. Estimation des dégâts au niveau des aiguilles attaquées par des trois cochenilles

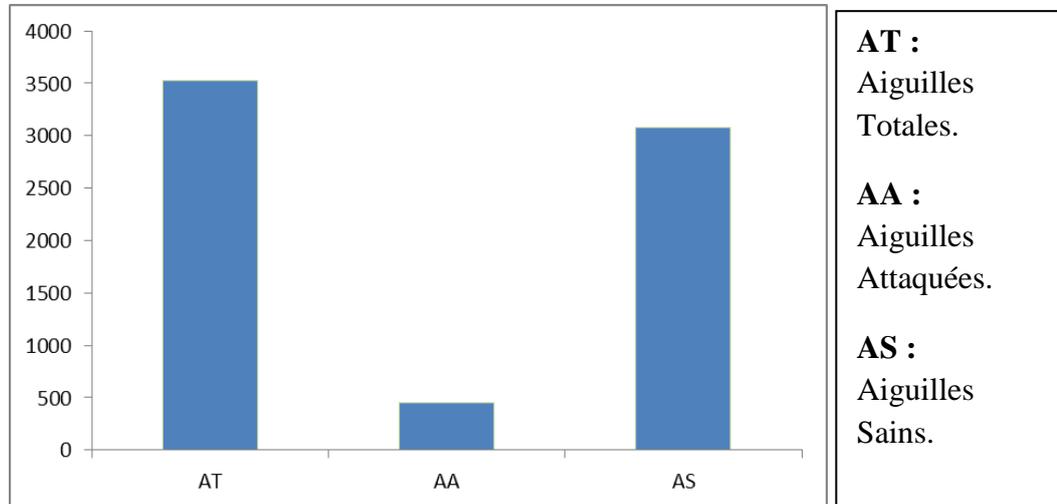


Figure 45 : Estimation des dégâts au niveau des aiguilles attaquées par des trois cochenilles (Original 2019).

L'examen de (3524) aiguilles, nous a permis de dénombrer (451) aiguilles attaquées par les cochenilles, soit un taux de (12,79%).

Sur l'ensemble des aiguilles attaquées, (310) sont occupées par *L. Pini*, (167) par *C. Kabyliensis* et (14) par *D. regneri*.

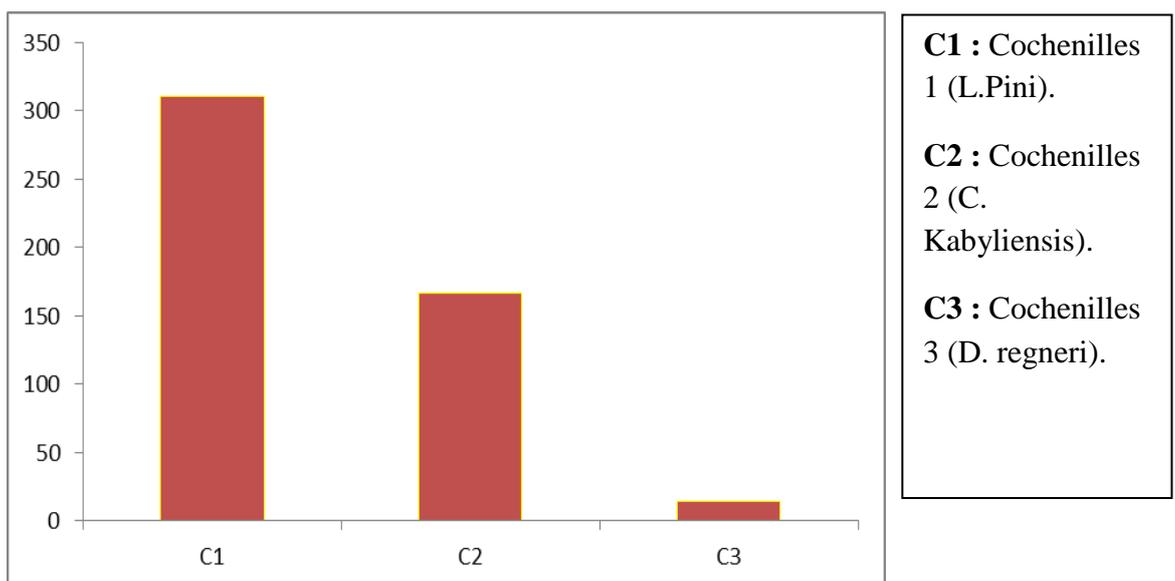


Figure 46 : Estimation des dégâts des trois cochenilles (Original 2019).

En examinant les résultats espèce par espèce, il apparaît que *L. Pini* présente des effectifs importants.

L'analyse des histogrammes des fluctuations (Figure 46).

Au fin à mesurer, que les températures augmentes *L. Pini* tend à se multiplier d'avantage.

Au problème de ravageurs primaires posés au cèdre, s'ajoute l'installation de trois cochenilles sur les aiguilles.

Apparemment les attaques et l'ampleur des dégât ne sont pas encore très signifiant, (Abdelhamid, 1991, 1998), (Fodil et al., 2012). Cependant avec les conditions favorables, les fortes pullulations provoquent des perturbations physiques aux arbres.

Au cours des années avenir, il est nécessaire l'approfondie des études sur la biologie et l'écologie de ces ravageurs, afin de tirer des renseignements sur leur évolutions, pour des interventions biologiques (HE) si celles-ci deviennent dangereuses.

VI.2. Rendement en HE

Après plusieurs essais d'extractions des huiles essentiels de cèdre de l'Atlas (Sain et Dépéri) par l'Hydro distillation nous avons trouvé un rendement de :

- ✓ **Extraction 1** : Obtention de 4,22 g d'HE à partir de 380g de bois dépéri dont le pourcentage était 1,11%.
- ✓ **Extraction 2** : Obtention de 4,3g d'HE à partir de 450g de bois dépéri dont le pourcentage était 0,95%.
- ✓ **Extraction 3** : Obtention de 0,4g d'HE à partir de 50g de bois dépéri dont le pourcentage était 0,8% pour un essai.
- ✓ **Extraction 4** : Obtention de 0,1g d'HE à partir de 580g de bois sain dont le pourcentage était 0,00017%.

Le tableau suivant représente la comparaison de notre rendement des HE.

Tableau 09 : Différents rendements de l'HE de Cèdre de l'Atlas.

Espèce	Partie utilisée de la plante	Rendement (%)
Cèdre de l'Atlas (Sain)	Bois	0,00017%
Cèdre de l'Atlas (Dépéri)	Bois	0,8%
Cèdre de l'Atlas (Dépéri)	Bois	0,95%
Cèdre de l'Atlas (Dépéri)	Bois	1,11%

Le cèdre de l'Atlas présente des rendements des huiles essentielles allant 0,00017 à 1,11 pour le bois sain et dépéri (Figure 47), respectivement de couleur jaune orangé à brune, de texture

assez visqueuse et dégage un parfum doux, agréable et légèrement boisé, nettement supérieur (0,1%) aux HE extraits obtenu par (Mehizel et al., 2017).

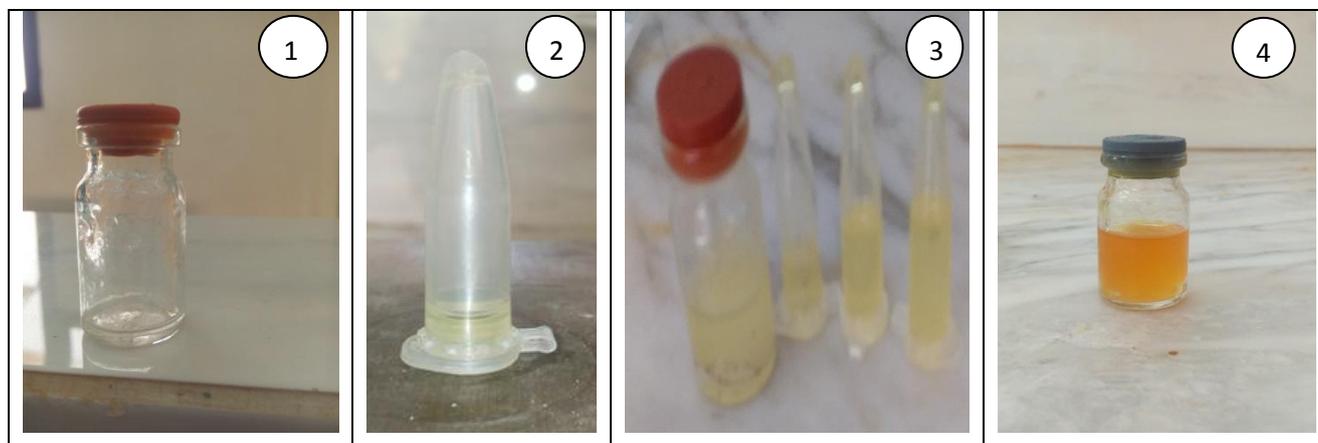


Figure 47 : Les différents HE du cèdre de l'Atlas (1 : HE du bois sain, 2 : HE du bois dépéri pour un essai, 3 et 4: HE du bois dépéri). (Original 2019).

En comparant notre rendement à celui obtenu à partir des organes différents de la même espèce « cèdre de l'atlas », on remarque que l'organe végétal peut fortement influencer le rendement en huile extraite. Derwich et al. (2010) ont obtenu un rendement supérieur à notre rendement d'huile (1.82%) dans leur travail sur les aiguilles du cèdre de l'atlas d'une région montagneuse du Maroc.

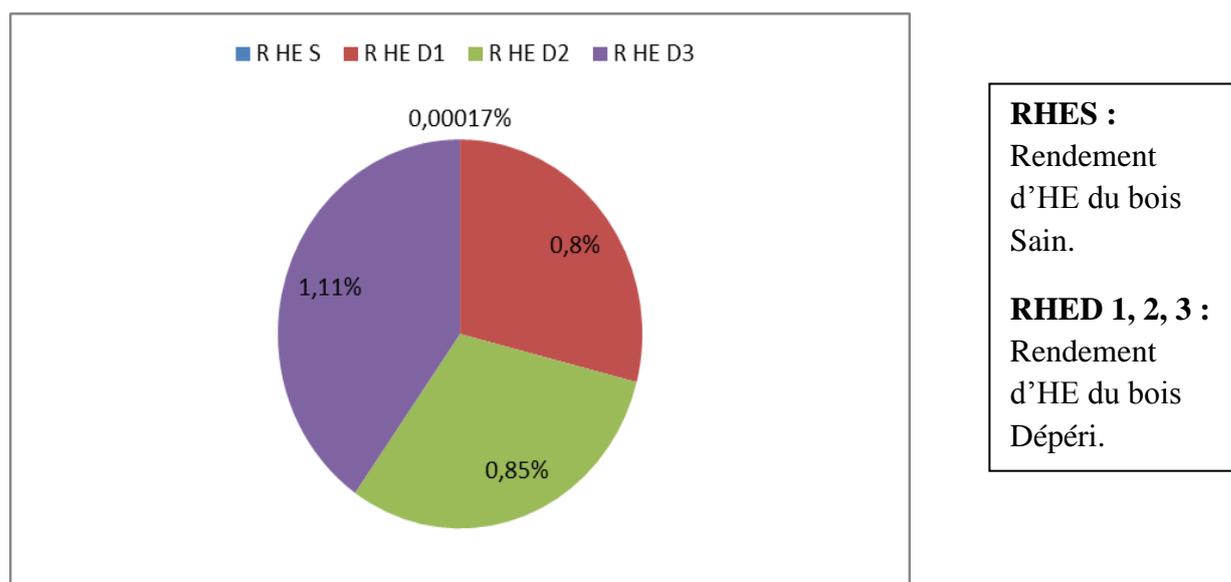


Figure 48 : Des pourcentages de rendement en huile essentielle de Cèdre de l'Atlas.

(Original 2019).

Cette différence du rendement des huiles essentielles peut être attribué à des plusieurs facteurs tels que le stade de croissance, les facteurs de l'environnement notamment le climat (précipitations et températures), d'autres facteurs comme l'altitude, impact des insectes ravageurs (cas des cochenilles), conditions édaphiques de la région, l'origine géographique de la zone d'étude, la période de récolte des bois de la plante et les techniques d'extraction (méthode, solvants et/ou temps d'extraction) (Floret et al., 1990 ;Fellah et al.,2006 ;Klimko et al., 2007).

Selon Lee et al. , (2003), Le rendement est lie aux conditions et à la durée du stockage, à la période de la récolte et à la composition chimique qui diffère d'un extrait à l'autre.

En effet, les auteurs Garnero (1991), Gonny et al. (2004) et Benini (2007) ont rapporté dans leurs études que le matériel employé pour l'extraction et la méthode d'extraction, aussi bien les caractéristiques écologiques ont une influence prononcée sur la teneur et la composition des huiles essentielles.

VI.3. Activité antibactérienne des huiles essentielles

Notre HE de Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* dépéri) effet antibactérienne activité contre les deux souches bactérienne *E. coli* et *S. aureus* par un diamètre de zone d'inhibition de 7 mm commence à apparaitre à partir de la dose 30 µl par apport l'HE du bois sain ne donner aucune résultat pour les différents doses qui on a appliqué (Figure 49). Le tableau au-dessous représente les différents D.Z.I. obtenus pour les deux bactéries.

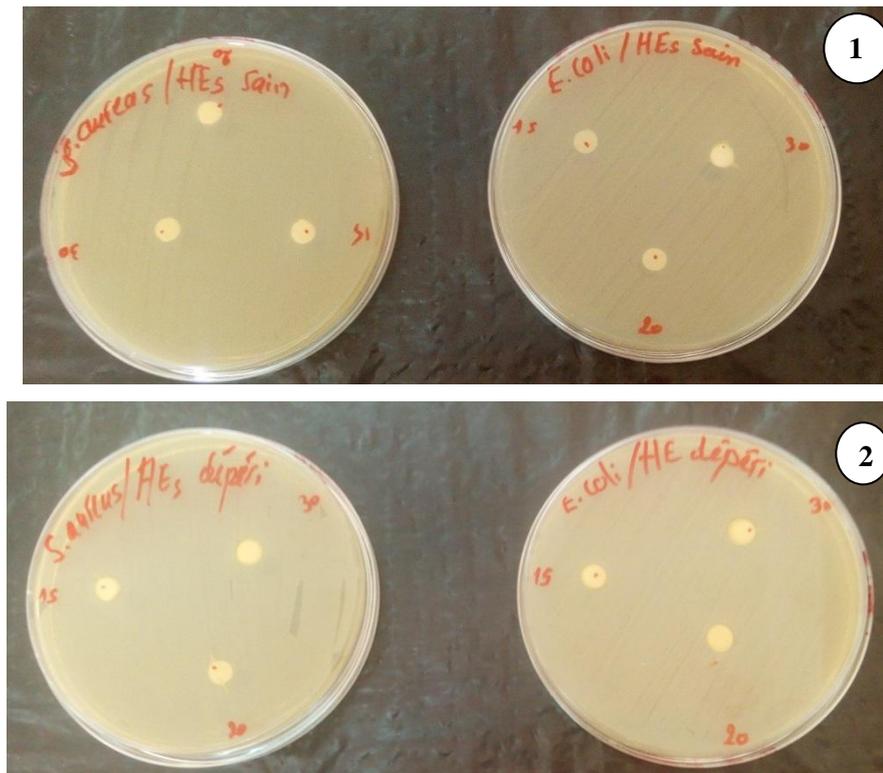


Figure 49 : Différents D.Z.I. de deux souches testées *E.coli* et *S. aureus* (1 : l'effet d'HE du bois sain, 2 : l'effet d'HE du bois déperé). (Original 2019).

Tableau 10 : Différents D.Z.I. des souches testées.

Doses (µl)	D.Z.I.de <i>S. aureus</i> (mm) (bois déperé)	D.Z.I.de <i>E. coli</i> (mm) (bois déperé)	D.Z.I.de <i>S. aureus</i> (mm) (bois sain)	D.Z.I.de <i>E. coli</i> (mm) (bois sain)
15	0	0	0	0
20	0	0	0	0
30	7	7	0	0

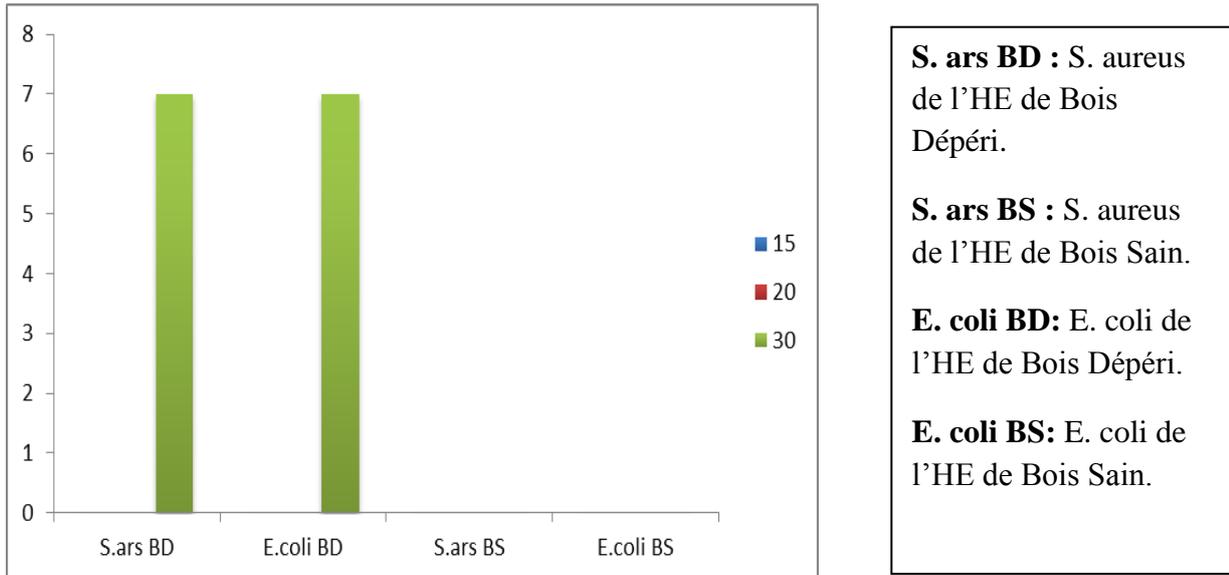


Figure 50 : Différents D.Z.I. des souches testées (Original 2019).

A travers la figure 50 on remarque que les huiles essentielles de *Cedrus atlantica* ont des valeurs presque négligeables de diamètre d'inhibition de 0 mm pour la dose de 15 µl, de 0 mm pour la dose de 20 µl et de 7 mm pour la dose de 30 µl. Pour cette dernière dose, on constate que cette huile est active sur les souches *E. coli* et *S. aureus* qu'elle semble être un excellent bactériostatique (pour une dose supérieur à celle-ci), si on se réfère à l'étude de **Rossi (2003)**, qui a considéré qu'une huile essentielle a une action bactériostatique si son diamètre d'inhibition est supérieur à 15 mm.

Ainsi, comme le montre la figure 50, la distribution de D.Z.I. selon les doses de l'huile essentielle de cèdre de l'Atlas (Dépéri) avec une dose 30 µl. Elle présente les valeurs suivantes : 07 mm pour les deux souches bactériennes. Donc, cette huile est active sur les deux souches *E.coli* et *S. aureus* en parallèle, contrairement l'HE de bois (sain) ne donne aucune résultats.

Mebarki (2010), a classifié la sensibilité des souches aux différents agents antimicrobiens par le diamètre de la zone d'inhibition comme suit :

- ❖ Extrêmement sensible $D \geq 20$;
- ❖ Sensible $15 \leq D \leq 19$;
- ❖ Intermédiairement sensible $9 \leq D \leq 14$;
- ❖ Non sensible $D \leq 8$.

D'après cette échelle, nous constatons que les deux souches bactériennes (*E. coli* et *S. aureus*). Sont non sensible à l'HE de cèdre de l'Atlas (07 mm). Cette différence de sensibilité peut être expliquée par la différence de constitution structurale des membranes des deux souches.

L'ensemble de ces résultats indiquent que les HE de *Cedrus atlantica* (Sain et Dépéri) extraites par hydro distillation a un faible effet antibactérienne contre les souches (*E. coli* et *S. aureus*). Elles ont une inhibition faible de croissance des souches (*E. coli* et *S. aureus*).

Les mécanismes d'action des huiles essentielles qui peuvent être impliqués pour expliquer leur activité antibactérienne sont rapportés dans plusieurs travaux :

- **Ipek et al . (2006)** ont attribué cette activité aux altérations des activités membranaires des cellules microbiennes, sous l'effet de certains composés des HE, ces altérations sont à l'origine de modification de la perméabilité cellulaire et aussi ils sont montré que, les composés phénoliques des huiles essentielles par leur richesse en groupement hydroxyle (OH), ont la capacité de se complexer avec les enzymes et certains éléments minéraux (fer et cuivre) responsables du métabolisme microbien.

- D'après **Zhiri (2006)**, les huiles essentielles possèdent plusieurs modes d'action sur les différentes souches microbiennes, mais d'une manière générale leurs actions se déroulent en trois phases :

- Attaque de la paroi cellulaire ce qui provoque une augmentation de la perméabilité puis la perte des constitutions cellulaires ;
- Acidification de l'intérieur de la cellule microbienne ;
- Destruction de matériel génétique.

VI.4. Résultats d'antibiogramme

Afin d'étudier l'effet antibiogramme sur les deux souches testées, nous avons choisi un antibiotique « Acide Nalidixique », cette antibiotique a une forte activité contre *E. coli* et *S. aureus* (Figure 51).



Figure 51 : L'effet de l'antibiotique (acide Nalidixique) sur les souches testées (Original 2019).

Le tableau au-dessous représente les différents D.Z.I. Obtenus.

Tableau 11 : Différents D.Z.I. de souches testées sous l'effet de l'antibiotique (acide Nalidixique).

Antibiotiques	D.Z.I. de <i>E. coli</i> (mm)	D.Z.I. de <i>S. aureus</i> (mm)
Acide Nalidixique	26	27

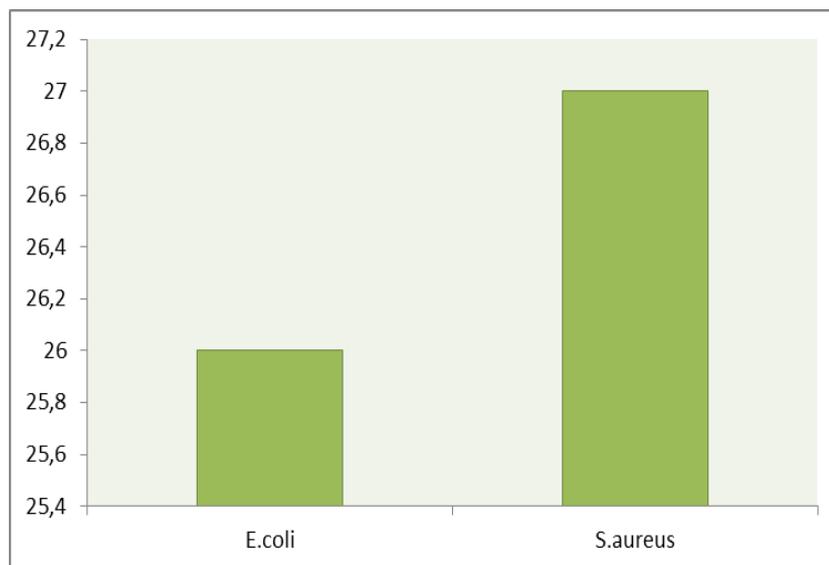


Figure 52 : Différents D.Z.I. de souches testées sous l'effet de l'antibiotique (acide Nalidixique). (Original 2019).

D'après la figure 51, le meilleur effet antibactérien vis-à-vis *E. coli* a été enregistré avec l'acide Nalidixique, dont le diamètre d'inhibition est 26 mm. Par contre le meilleur effet antibactérien vis-à-vis *S.aureus* a été enregistré avec l'acide Nalidixique, dont le diamètre d'inhibition est 27 mm.

VI.5. Activité insecticide

Tableau 12 : Evaluation de la toxicité d’huile essentielle par contact (cas des cochenilles).

Branches	Nbr des insectes	24h		48h		72h		96h		Totale vivant	Totale mort
		Vivant	Mort	Vivant	Mort	Vivant	Mort	Vivant	Mort		
BT	251	149	02	148	01	148	00	140	08	140	11
BTM	367	357	10	350	07	348	02	340	08	340	27
B2 (0,33ml)	283	103	180	N.B : Nous avons remarquées que toutes les cochenilles sont mortes avec un dessèchement total des aiguilles après 24h et plus.							
B3 (1ml)	426	126	300								
B4 (2,33ml)	385	84	301								

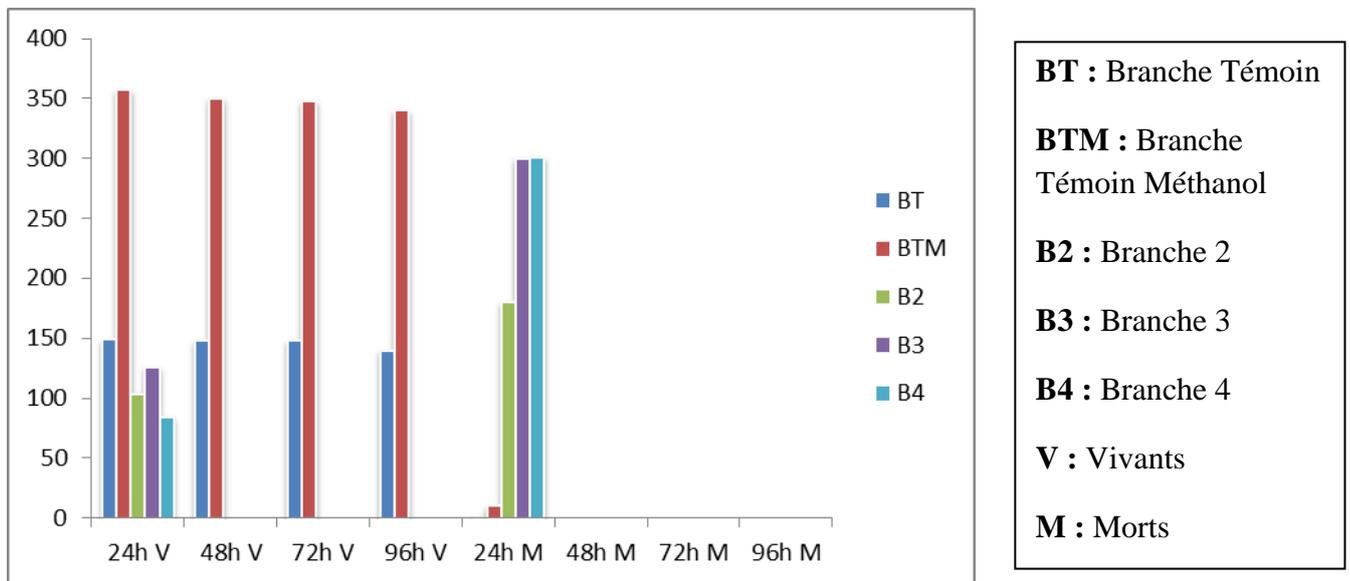


Figure 53: Evaluation de la toxicité d’huile essentielle par contact (cas des cochenilles). (Original).

Après avoir réalisé les différents testes de toxicité des HE par contact (cas des cochenilles), et après 24h et plus, nous avons remarquées que toutes les cochenilles sont mortes avec un dessèchement total des aiguilles et tout ça suite à une défaillance (nous avons utilisées des doses supérieurs des HE 1ml), et cette erreur est due à la première expérience de l’activité antibactérienne et qu’il n’y a pas un effet sur les souches bactériennes, malgré qu’on a utilisé une forte dose, c’est pour cette raison que nous avons utilisées un autre test sur les ravageurs des graines et des cônes de cèdre.

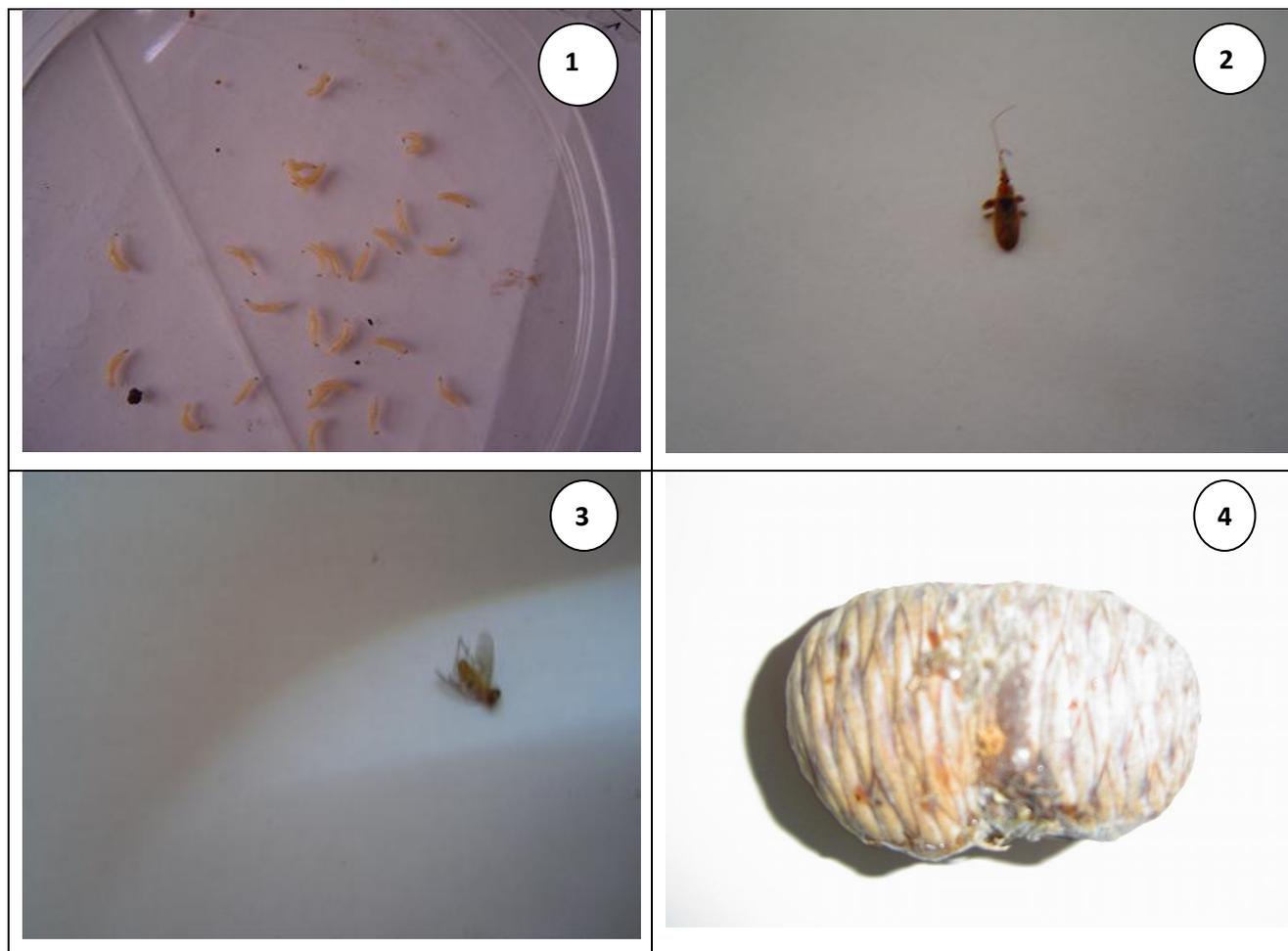


Figure 54: Les ravageurs des graines du cèdre de l'Atlas
(1, 2, 3 : les larves, 4 : Cône attaquée). (Original 2019).

VI.5.1. Toxicité par contact sur graines attaquées par les insectes :

Les résultats du test de toxicité sur graines des huiles essentielles expérimentées par contact sur insectes sont représentés dans les tableaux ci-dessous:

Tableau 13 : Mortalité par effet contact des insectes traités avec l'huile essentielle extraite du bois déperé du cèdre.

Dose	D1	D2	D3	D4	Nombre de morts/40	Mortalité %	Mc°
Témoin	1	0	1	1	3	7,5	
2	4	5	6	7	22	55	51,33
4	7	7	8	9	31	77,5	75,67
8	6	8	9	9	32	80	78,37
16	7	9	9	9	34	85	83,78

La lecture des résultats consignés dans le tableau (13) précédent montre un effet dose. A la plus faible dose (2 μ l / ml), la mortalité enregistrée est de 51.33 %; elle dépasse la dose létale 50. Tandis que les doses 8 et 16 μ l / ml ont occasionnées 78.37 et 83.78 % de mortalité, respectivement.

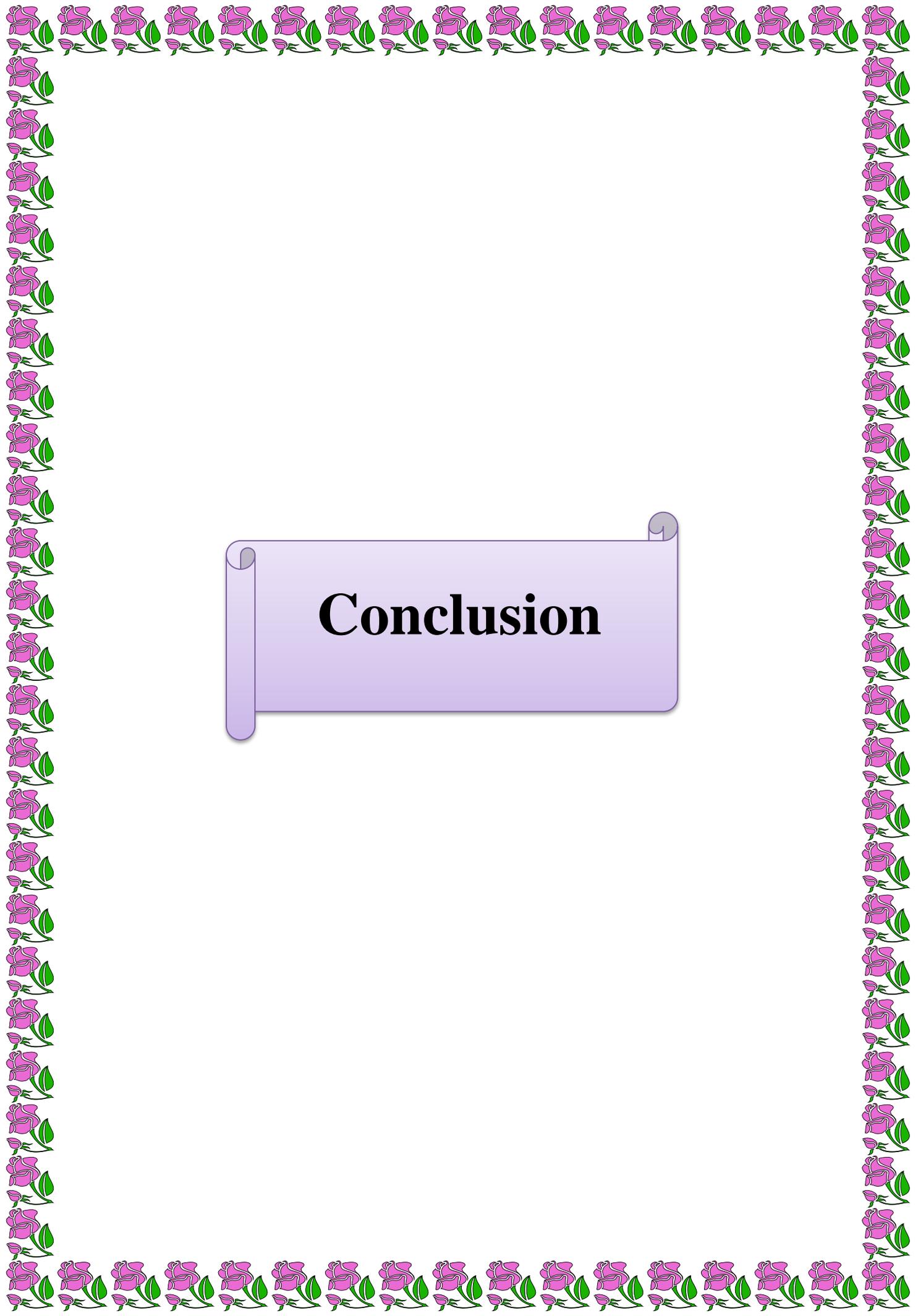
Discussion

Les plantes synthétisent plusieurs substances du métabolisme secondaire. Ces molécules peuvent avoir différents effets chez les insectes : répulsif, attractif, perturbateur du développement, inhibiteur de la reproduction, etc. Leur toxicité peut être directe ou indirecte sur les organes cibles (organes sensoriels, système nerveux, système endocrines, appareil digestif, appareil reproductif, etc.) (**Benayad, 2013**). L'ensemble des résultats confirment ceux obtenus par plusieurs auteurs qui ont mis en évidence l'activité biologique d'une multitude d'extraits de plantes à l'égard des principaux insectes ravageurs des graines stockées. (**Tapondjou et al., 2003**), ont affirmés les propriétés entomotoxiques des huiles essentielles.

D'après (**Lale et Mustapha ; 2000**), les HEs de citronnelle, du girofle et de citron se sont révélées significativement toxiques vis à vis de l'insecte et se rangent selon l'ordre décroissant de toxicité suivant: Girofle, Citronnelle, Citron. Toutefois des mortalités significatives s'observent dès qu'il y a contact direct avec une huile.

Pour les huiles essentielles testées, les résultats des tests statistiques montrent qu'il existe une variation concernant le taux de mortalité des insectes qui dépend de la dose utilisée en huiles essentielles et la durée d'exposition.

D'après (**Kim et al., 2003**), les effets toxiques des HEs dépendent du ravageur, de l'essence testée et de la durée d'exposition. (**Garneau ; 2001**), les terpènes et les phénylpropanes, principaux constituants des HEs, sont responsables des activités insecticides. Plusieurs travaux portant sur l'analyse chimique des substances végétales ont montré aussi la présence des mono terpènes qui inhibent le cholinestérase et les composés soufrés qui agissent sur les canaux potassium de certains insectes comme la blatte.



Conclusion

Conclusion

Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) essence noble, majestueuse et endémique de l'Afrique du nord, se rencontre en Algérie, dans le centre et dans l'Est du pays (Ouarsenis, Aurès, Djurjura et Atlas blidéen) avec une superficie très réduite et morcelée de 16000 ha (FAO, 2000). Quoique cette essence est régie dans ces contrées en parc nationaux, elle montre néanmoins des signes de déperdition grave dans la mesure où on assiste à un dépérissement des tiges sur pied depuis la fin du siècle dernier.

Le phénomène de dépérissement affecte aussi bien les individus isolés que les peuplements en petites taches. Comme l'origine de ce dépérissement reste encore indéterminée de manière définitive, diverses hypothèses sont soulevées. Celles-ci relèvent des facteurs abiotiques (stress hydrique, changement climatique...), anthropiques (incendies criminels, coupes illicites, surpâturage...) ou encore biotiques (attaques des insectes ravageurs).

Sur l'ensemble des aiguilles récoltées (3524), nous avons dénombrées (491) aiguilles attaquées par des insectes (cochenilles), dont 310 aiguilles attaquées par *L. pini*, (167) aiguilles attaquées par *C. Kabylensis* et (14) aiguilles attaquées par *D. regneri*.

Pour mieux élucider la problématique soulevée au préalable, on a pu déterminer le rendement des huiles essentielles de *Cedrus atlantica* (Sain et Dépéri) et d'évaluer au mieux l'effet antibactérienne des huiles essentielles de cette espèce sur les bactéries : *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*.

Sur l'ensemble des bois de *Cedrus atlantica* prélevés (Sain et Dépéri), il en ressort un rendement en huile essentielle de 1,11%, 0,95% et 0,8% du bois (Dépéri) et 0,00017% du bois (Sain) pour une durée optimale d'extraction d'environ 3heures. Un diamètre de la zone d'inhibition (DZI) dans des concentrations 10 μ l, 20 μ l et 30 μ l obtenue avec l'huile essentielle de cette espèce sur *Escherichia coli* et *S. aureus* de 07 mm. Donc, nous concluons qu'elle exerce une faible activité antibactérienne sur la souche *Escherichia coli* et la souche de *Staphylococcus aureus*.

Ensuite, nos résultats indiquent que l'activité antibactérienne trouvée au niveau de cette étude prouve que l'huile essentielle de *Cèdre de l'Atlas* dans la zone de Theniet El Had à un mauvais effet antibactérien contre les souches testées, donc nous pouvons estimer que les souches bactériennes utilisées peuvent être sensible aux concentrations d'huile supérieure à 30 μ l.

L'huile essentielle de *Cedrus atlantica* elle a un rôle inhibiteur pour les insectes ravageurs (cas des cochenilles et les insectes des graines et des cônes de cèdre), les résultats des tests

statistiques montrent qu'il existe une variation concernant le taux de mortalité des insectes qui dépend de la dose utilisée en huiles essentielles et la durée d'exposition.

Pour les résultats des activités des huiles essentielles sur les insectes (Cochenilles), nous avons remarquées que toutes les cochenilles sont mortes avec un dessèchement total des aiguilles après 24 et plus ; dont les concentrations utilisées étaient (1ml HE/0.33ml, 1ml, 2.33ml, 3ml de méthanol) c'est pourquoi nous avons conclu que l'huile essentielle de cèdre de l'atlas est une huile très concentrée, peut être aussi utiliser comme un herbicide efficace contre les mauvaises herbes pour des études ultérieurs .

Vu l'importance de cette étude, nous espérons que ces résultats, puissent être approfondies par d'autres études et d'autres méthodes et sera l'objet de futures recherches.

Références bibliographiques



Références bibliographiques

- Association Française de Normalisation, 1986**, Recueil de normes Françaises “Huiles essentielles”, AFNOR NF T 75-006.Paris. 57 p.
- 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.
- **Abdelhamid D., 1999** - 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.
- Abed D., 1984**. Contribution à l'étude de la végétation du versant sud de la réserve clôturée de Tala Guilef. Mem. Ing. Agr.INA. Alger 85 p.
- Abdessemed., 2010**. Comportement des semis du Cèdre de l'Atlas en conditions de stress thermique. Mémoire de magistère. Univ. Mentouri de Constantine. 128 p.
- **Anonyme., 2014. I.N.R.A.** Le Cèdre, essai d'interprétation bioclimatique et écophysologique ; <http://dx.doi.org/10.1080/01811789.1984.10826679>
- Alessandra M-B, Jean Ch-S. 2012**. Huiles Essentielles. Edition. First, un département.159p.
- Belaid M., 1986**. Contribution à l'étude préliminaire de la distribution de la matière organique dans quelques sols forestiers de la Kabylie du Djurdjura.
- Belhadj A, Haouari K, Lazeb Ch., 2017**. Comparaison des Activité Antibactériennes et Insecticides des Huiles Essentielles du *Pistacia atlantica* et *Pistacia lentiscus* vis-à-vis Quelques Phytopathogènes. Mémoire de Master Académique. Université Ibn Khaldoun-Tiaret- 41p.
- Benabid A., 1994**. Biogéographie phytosociologie et phytodynamique des cedraies de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti). Ann. Rech. For. Maroc, 1994), T 27), 61-76
- **Benayad N., 2013**. Évaluation de l'activité insecticide et antibactérienne des plantes aromatiques et médicinales Marocaines. Extraction de métabolites secondaires des champignons endophytiques isolés de plantes Marocaines et activité anticancéreuse. Thèse de Doctorat en Chimie. Spécialité: Chimie organique. Université Mohamed V. Agdal. Faculté des Sciences. Rabat. 186 p.
- **Benmouffok A., 1993. Revue**. Description de formations à *Cedrus atlantica* Manetti du massif central du Djurdjura. Univ. T.O. Institut d'Agronomie. Département pédologie. Cahiers Agricultures ; (4) : 383-7.
- Bagnouls F, Gausson H. 1953**. Saison sèche et indice xérothermique. Doc. Carte Prod. Vég., série généralités, (3): 193–239.

- Becker, M. Picard, J.-F. Timbal, J. 1982.**Larousse des arbres et arbustes. Librairie Larousse, 195p.
- Benkhattou, A. Azouzi, B .Djili, K. Benkhattou, M. Zedek, M. Saadi, R. 2015.**Diversité floristique du Massif du Nador en zone steppique (Tiaret, Algérie). *European Scientific Journal* édition vol.11, No.21 ISSN : 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431.
- Bencherqroun, H-K. Ghanmi, M. Satrani, B. Aafi, A. Chaouch, A. 2012.** Activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Artemisiamesatlantica*, plante endémique du Maroc. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*. Vol 81 : 4 - 21.
- Bouazza, K.2006.** Variabilité stationnelle et état actuel de la Cédraie de Théniet El had (Cas du Canton Pépinière). Thèse d'ingénieur. Université Ibn Khaldoune –TIARET. 79p.
- Bouchon, J. 1995.** Architecture des arbres fruitiers et forestiers. Paris : INRA, 353p.
- **Bourorga, A. 2016.** Etude de la phyto-diversité dans quelques sites choisis dans les Monts de l'Ouarsenis. Thèse de Magistère. Université Aboubakr Belkaïd –TELEMEN.148p.
- Bnef. 1992.** Etude d'aménagement des forêts de Zdama rapport p 42.
- Benini, 2007.** Contribution à l'étude de la diversification de la production d'huiles essentielles aux Comores. Mémoire d'ingénieur en Biologie (Orientation : Horticulture), Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux (Belgique), 83pp + annexes.
- Benzeggouta, N.2005.**Etude de l'activité antibactérienne des huiles infusées de quatre plantes médicinales connus comme aliments .Thèse de magister en pharmacologie, Université Mentouri de Constantine ,186p.
- Boudy, P. 1950.**Economie forestière Nord-Africaine. Monographie et traitement des essences. Edition. Larousse, Paris, 249p.
- Boudy, P. 1952.** Guide du forestier en Afrique du Nord. Ed. La Maison Rustique. 505p.
- Benhalima, S. 2004.** *Les insectes xylophages* et leur rôle dans le dépérissement du Cèdre de l'Atlas *Cedrus atlantica* (Endl.) Carrière dans le Haut et le Moyen Atlas (Maroc). Thèse Doc., Univ. Moh. V-Agdal, Rabat, 107p.
- Benzanger-Beauquesne, L.Pinkas, M. Torck M. Trotin F.1980.** Plantes médicinales des régions tempérées. Paris : MALOINE S.A. 439p.
- Benmouffok, K.** Approche éco pédologique dans les formations à *Cèdus atlantica* « cas du massif de Djurdjura Algérie ». Ann. Rech. For, Maroc. 1994. T (27): 205-217.
- Balachowsky, A. 1932.** Etude biologique des coccides du bassin occidental de la méditerranée .Ed. paul lechevalier et fils, Paris VI, tome XV., 285p.
- Balachowsky, A. 1948.** Entomologie appliquée. Les cochenilles de France, d'europe, du nord de l'afrique et du bassin mediterraneen.Ed. Hermann et cie, paris coll ' ' Act. Sc et Jnd''N°1054, Tome IV, pp. 342-345.

- Balachowski, A. 1953.**-Les cochenilles de France d'Europe, du nordde l'afrique et de basin Méditerranéen. Ed.Herman et cle, paris, coll. ''Act. Se et Jnd''.N°1202, Tome VII, pp849-953.
- Balachoxsky, A. 1954.** Les cochenilles paléartiques de la tribu de diaspinidi. Ed. institut pasteur, paris, coll''Men. Sci del'I.N.S. Pasteur ''.450p.
- Burt S., 2004.** Essential oils: their anti-bacterial properties and potential applications in foods: areview. *International Journal of Food Microbiology* N: 94, 223-253.
- Chbouki N., 1994.** Une synthèse dendroclimatique du Cèdre de l'Atlas. Ann. Rech. For. Maroc. T 27. 33-59.
- Calaciura, B.Spinelli, O.2008.**Management of nature 2000 habitats 5210 Arborescents matorales with *Juniperuss* sp. European commission, 25p.
- Callen, C. 1976.**Les conifèrescultivent en Europe. édition.Ballière, 428p.
- Clevenger J.F., 1928.** Apparatus for the determination of volatile oil. J. Am. Pharm. Assoc, 17: 345-349.
- Chemloul, F. 2013.** Etude de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de lavandula officinals de la région de TLEMECEN. Thèse de master. Université de TLEMCEN .35 P.
- Conservation des forêts de Tiaret, 2017.**
- Dajoz, R.1980-** Ecologie des insectes forestières .Ed : bordas Paris 505p.
- Dajoz, R.2000-** Précis d'écologie. Ed. *Dunod*, paris : 615p.
- Dajoz, R. 2007.** –Les insectes et la forêt. Rôle et diversité des insectes dans le milieu forestière. 2E.Ed. Tec et Doc. Lavoisier.
- Derridj A., 1985.** Etude de l'écologie, de la régénération et de plantules du cèdre de l'Atlas *Cedrus atlantica* Manetti. D.E.A. UPS Toulouse France. 74 p.
- **Derridj A., 1990.** Etude des pollinisations de *Cedrus atlantica* Manetti en Algérie. Thèse doctorat. Univ. Paul Sabatier, Toulouse. 288 p.
- **Drapier J., 1985.** Technique et forêt. Les difficultés de régénération naturelle du sapin abies alba mill.) dans les Vosges. Étude écologique. R .F .F . XXXVII - 1-1985. 45-55
- Dubuis A., et Faurel L., 1949.** Essai sur la flore montagnarde de Djurdjura. Endémisme et affinités floristiques. Mémoire, Soc. Hist. d'Afr. Du Nord. Numéro Hors-série 2), pp. 65-78.
- Debazac, E.1991.**Manuel des conifères. E.N.G.R.E.F.Nancy.2^{eme}édition., 172p.
- Debrach J. 1953.**Notes sur les climats du Maroc occidental. *Maroc Méridiona*, (32): 1122–1134
- DGF. 2015.** Département de Protection de La Faune et de La Flore. Bilan des incendies des Forets en Algérie période (1963-2012).
- Duraffourd, C.D'HervicourtL., et Lapraz, J-C. (1990).**Cahier de phytothérapie clinique, examen de laboratoire galénique, élément thérapeutique synergiques, Tome1, Masson, Paris, 89p.

- Duvignaud, P. 1992.** Aménagement et gestion du territoire. Application en Algérie (région de Tiaret et Alger). Univ de Nice-Sophia Antipolis. 253p.
- Del Estal P., Soria S. & Vinuela E. 1994.** Localizacion y ciclo biologico de *Nuculaspis regnieri*, Balachw 1928 (*Homoptera Diaspididae*) en la zona centro de espana. Bolletino Sanidad Vegetal, Plagas 20(2) : 477-486.
- Emile R., Demarteau M., Francois L., et Cheddadi R., 2007.** Réponses de *Cedrus atlantica* aux changements climatiques passés et futurs. Géo-Eco- Trop, 31: 105: 146.
- **Ezzahiri M., Belghazi B. et Bahmad M., 1994.** Bilan de la régénération naturelle de la cédraie dans les parcelles clôturées du Moyen Atlas, Maroc. Ann. Rech. For, T27. 259-268
- Edward P.C., Varro E.T., Lynn R. B. 1987.** Pharmacognosy, sixte édition. LEA et Febiger (ed):184-187.
- Emberger L., 1955.** Une classification biogéographique des climats. Recueil. Trav. Lab. géol. Zool. Fac. Sci. *Montpellier*: 3-43.
- FAO. 2000.** L'étude prospective du secteur forestier en Afrique : Algérie. *Rapport FOSA*.: 60p.
- **Fellah S., Romdhane M., Abderraba M., 2006.** Extraction et étude des huiles essentielles de *la Salvia officinalis*. lcueillie dans deux régions différentes de la Tunisie. J.soc.alger.chim., *Journal de la société algérienne de chimie* 16(2), 193-202.
- Festy D., 2014.** Ma bible des huiles essentielles. Édition Quotidien Malin. Paris : 549 p.
- Florence, M.** Utilisations thérapeutiques des huiles essentielles .Thèse de doctorat en Pharmacie, Université de Lorraine, (2012) :87pp + annexes.
- Floret C.Galan, M., Lefloche, J., Orshan, G., Romane, F. 1990** .Crowthfroms and phenomorphology traits along an environmentalgradient: tools for studingvegetation.Journal of vegetation science vol 1.71-80.
- Fabre J.-P., Mouna M., Du Merle P. & Benhalima S. 1999.** Le point sur certains ravageurs du cèdre de l'Atlas en Afrique du Nord, en France et en Europe. Forêt Méditerranéenne. 20(4) : 203-218.
- Fabre J.-P. 1976.** Extension du cèdre et risques d'attaques d'insectes. Revue Forestière Française. 28(4) : 261-269.
- Fodil L, Ouatouat M, Kidoud F., 2012.** Contribution à l'étude de la dynamique des populations d'insectes frondicoles (en particulier les cochenilles) du cèdre de l'Atlas (*Cèdrus atlantica* Manetti 1844) dans le parc national de Theniet El Had (Tissemsilt) Algérie. Mémoire d'ingénieur l'Etat en Science Biologique. Univ. Ibn Khaldoun-Tiaret. 77p.
- Foldi I., 1990a.** The scale cover, p. 43-54. In: D. Rosen (Ed.). Armored scale insects. Their biology, natural enemies and control. Volume 4A. Elsevier, Amsterdam.

- Foldi I., 1990b.** Moulting and scale-cover formation, p. 257-265. In: D. Rosen (Ed.). Armored scale insects. Their biology, natural enemies and control. Volume 4A. Elsevier, Amsterdam.
- Foldi I., 1997.** Internal anatomy of the adult female, p. 73-90. In: Y. Ben-Dov & C.J. Hodgson (Ed.). Soft scale insects. Their biology, natural enemies and control. Volume 7A. Elsevier, Amsterdam.
- Gullan, P. J. 1997.** Relationships with ants, p. 351- 373. In: Y. Ben-Dov & C.J. Hodgson (Ed.). Soft scale insects. Their biology, natural enemies and control. Volume 7A. Elsevier, Amsterdam.
- Gachkar L., Yadegari D., Rezaei M.B., Taghizadeh M., Astaneh S.A. and Rasooli I., 2007.** Chemical and biological characteristics of *Cuminumcyminum* and *Rosmarinusofficinalis* essential oils. *Food Chem.*, 102: 898-904.
- Garnero J., 1991.** Les huiles essentielles, leur obtention, leur composition leur analyse et normalisation. Edition technique, Encycl.Med. Nat. Pris, France P9-20.
- Garnier, G.Bézanger-Beauquesne, L.Debraux, G. 1961.** Ressources médicinales de la flore française. Vigot Frères Éditeurs, Tome I. Paris, 133p.
- **Garneau F.X., 2001.** Notes du cours Produits naturels. Département des sciencesfondamentales, UQAC, Chicoutimi, Québec. 17p.
- Gaston B., 1990.** La grande flore en couleurs (la flore de France). édition. Belin, Tome I, II, III, IV, index. Paris, 742p.
- Gonny, M. Bradesi, P.Casanova, J. 2004.** Identification of the components of the essential oil from wild Corsican *Daucuscarota* L. using Flavor and fragrance journal, vol 19, 424-433.
- **Guittoun Y., 2004.** Contribution à l'étude de productivité du *Cedrus atlantica* Manetti (Cèdre de l'Atlas) en fonction des caractéristiques stationnelles dans le Parc National de Theniet El had. Thèse d'Ingénieur. Université Ibn Khaldoune TIARET. 103p.
- Hacene L., et Mestar N., 1990.** Etude biométrique des cônes et de la germination des graines du cèdre (*Cedrus atlantica* Manetti). Thèse. Ing. Univ. Tizi- Ouzou. 79 p.
- Halitim S., 2006.** Contribution à l'étude de la réserve utile en eau des sols de cédraines dans les Aurès: Influence des facteurs édaphiques. Mémoire. Mag., Dép. Agr. Batna, 131 p.
- Houamel L., 2012.** Contribution a l'étude du dépérissement de la cédraie dans la région de Batna cas du Parc National du Belezma. Mémoire de Magistère. Univ Aboubeker Belkaïd. Tlemcen. 84 p.
- Hussain A.I., Anwar F., Chatha S.A.S., Jabbar A., Mahboob S. and Nigam P.S., 2010.** *Rosmarinusofficinalis* essential oil: anti proliferative, antioxidant and anti bacterial activities. *Brazilian Journal of Microbiology* 41:1070-1078.
- Ipek, E., Zeytinoglu, H., Okay, S., Tuytu, B.A. 2006.** Genotoxicity and anti geno toxicity of *Origanumoil* and *carvacrol* evaluated by Ames Salmonella / microsomal test .*Food Chemistry*. Vol 93:382-397.

- Jean-François Germain., Bernard Boutte., Thomas Boivin., et Alain Chalon., 2014.** Un nouveau parasite dans les forêts de cèdre de l'atlas. La cochenille des aiguilles *Dynaspidiotus regnieri*. Ministère de l'Agriculture et de l'Agroalimentaire et de la Forêt de la République Française. 27 p.
- Jean Stafford., et Paul Bodson., 2006.** L'analyse multivariée avec SPSS, Ed, Presses de l'Université du Québec. 245 p.
- Jerome et Guillaume., 2008.** Changement climatique et biodiversité dans l'outre-mer européen 186 p.
- Khanfouci M., 2005.** Contribution à l'étude de la fructification et de la régénération du cèdre l'Atlas (*Cedrus atlantica* -Manetti) dans le massif de Belezma. Mémoire Mag. Dép. Agr. Batna. 249 p.
- Krouchi., 1995.** Contribution à l'étude de l'organisation reproductive du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) à Tala-Guilef Djurdjura Nord occidental. Thèse Magister Sci. Agro. Option foresterie. I.N.A. Alger, 105 P.
- Krouchi., 2010.** Etude de la diversité de l'organisation reproductive et de la structure génétique du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) en peuplement naturel Tala-guilef, Djurdjura Nord-Ouest, Algérie. Thèse Doctorat. Univ U.M.M.T.O. 227 p.
- Klimko, M.Boratynska, K.Boratynski, A.Marcysiak, M. 2007.** Morphological variation of *juniperusoxycedrus sub spMacrocarpa* (cupressaceae) in three Italien localistes .Actasocietatis bot anicotumpoloniae .vol.73, no.2:113-119.
- Kwok, H. K. et Corlett. R.T., 2001-** Seasonality of forest invertebrates in Hong Kong South China. Journal of tropical ecology, 18: 337-644p.
- Lale N.E.S., Mustapha A. (2000),** Potential of combining neem (*Azadirachta indica* A.Juss) seed oil with varietal resistance for the management of the cowpea bruchid, *Callosobruchus maculatus* (F). Journal of Stored Products Research, Vol. 36, n° 3, pp.215- 222
- Lanier L., 1986.** Précis de sylviculture. France : Nancy, ENGREF, 468p.
- Lanier, L. Badre, M. Delabraze, P. Dubourdiou, J. Flammarion, J-F. 1994.** Précis de sylviculture, 2^{ème} Edition. France : Nancy, ENGREF, 477p.
- Lecompte M. et Lepoutre B., 1975.** Bilan de l'eau et conditions d'existence de la cédraie dans le Moyen Atlas Basaltique (Maroc). Ann. Rech. For. Maroc, T.5. 153-282
- Lepoutre B., et Pujos A., 1963.** Facteurs climatiques déterminant les conditions de germination et d'installation des plantules de Cèdre. Ann. Rech. For. Maroc, t.7. 23-54 p.
- Lakhdar L.,** Evaluation de l'activité antibactérienne d'huiles essentielles marocaines sur *Aggregatibacteractinomycetemcomitans* : étude in vitro. Thèse de doctorat en Sciences Odontologiques, Faculté de médecine dentaire. RABAT, Maroc, 2015 :163pp+annexes.

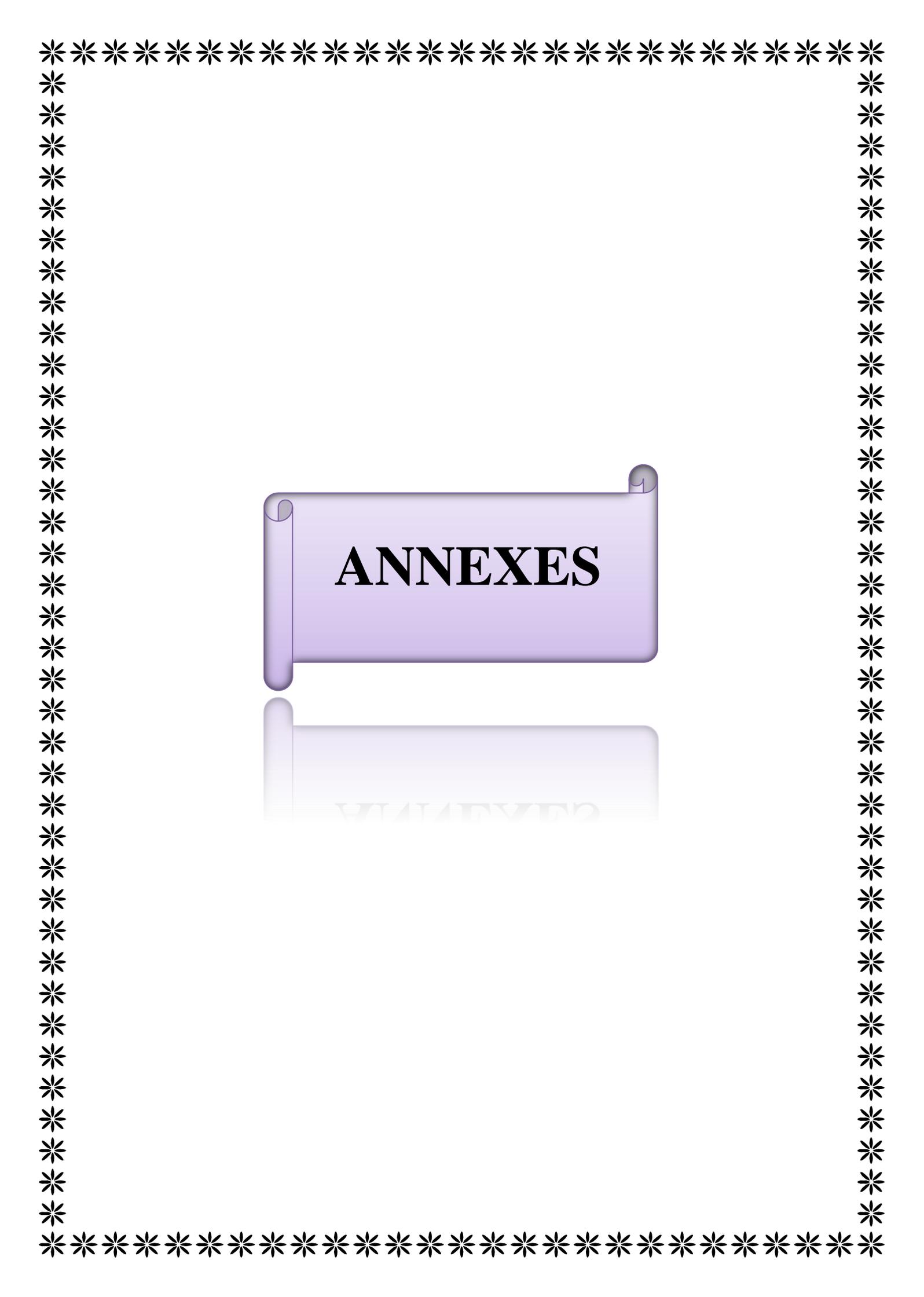
- Larousse, 2001.** Encyclopédie des plantes médicinales : Identification, préparations, soins. Ed. Larousse, *Londres*, 14-29.
- Laszlo P., 2000.** Le savoir des plantes .édition. Ellipses ,125p.
- Leclerc,H. Iazard,D.Husson,M.O. ,Wattre,P.Jakubczak.1983.** Microbiologie générale. Doin éditeur-Paris,254p.
- Lee, K.W., Kim, Y.J., Lee H.J., Lee, C.Y., 2003.** Cocoa has more phenolic phytochemicals and higher antioxydant capacity than teas and red wine. *J., Agric. Food Chem.* 51, pp 7292-7295.
- Lefief A., 2012.** Le grand livre des huiles essentielles. Édition EST. Paris : 191 p.
- **Loukkas A., 2006.** Atlas des parcs nationaux Algériens. Impression Ed- diwan. 98p.
- Leung A.,-Y.Foster, S. 1996.** Encyclopédie of Common Natural Ingredients. Edition. Wiley. New York, 109p.
- Letreuch-Belarouci, N.1981.** Les reboisements en Algérie et leurs respectives d'un Belgique : Gembloux, 588p.
- Loussa S., Merzouk M., Guerri O., 2012.** Evaluation des performances de quatre types d'éolienne dans une zone aride. *Revue des Energies Renouvelables* .Vol .15 N 4, 533-545.
- Marongiu B., Porcedda, S.Caredda, A.Gioannis, B. Vargiu, L. Colla, P. 2003.** Extraction of *juniperusoxycedrus ssp. oxycedrus* essential oil by supercritical carbon dioxide: influence of some process parameters and biological activity. *Flavour and Fragrance Journal*, vol 18: 390-397.
- Masson G., 2005 a.** Autécologie des essences forestières. Comment installer chaque essence à sa place. Autécologie '1'. France : TEC et DOC. 306p.
- Masson G., 2005 b.** Autécologie des essences forestières. Comment installer chaque essence à sa place. Autécologie '2'. France : TEC et DOC. 345p.
- Mazari K., 2009.** Etude photochimique et pouvoir antimicrobien de *Juniperusphoenicea*L., *Juniperus oxycedrus L.* et *Cupressus sempervirens*L. de la région de Tlemcen. Université abou bakre belkaid .Thèse de magister en biologie ; Substances Naturelles, Activités Biologiques et Synthèse.99pp+Annexes.
- Madjour K., 2015.** Régénération naturelle du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) au niveau du Parc National du Djurdjura (Secteur de Tala-Guilef). Mémoire de Magistère en Science biologique. Univ. Mouloud Mammeri de TIZI-OUZOU. 76p+ annexe.
- Mebarki N., 2010.**Extraction de l'huile essentielle de *thymus Fontanesii* et application à la formulation d'une forme médicamenteuse-antimicrobienne.Thèse de magister. Université M'Hamed Bougara Boumaedes : 75pp+annexes.
- Michaud, 2006.** Huiles essentielles .Tableau par affection .édition herbessence.ch.1- 8p.

- Milos M., Radonic A.; 2000.** Gas chromatography mass spectral analysis of free and glycosidically bound volatile compounds from *Juniperus oxycedrus* L. Growing wild in Croatia. *Food Chemistry*, 68, 333-338.
- Mohammedi Z., 2006.** Etude du pouvoir anti bactérien et antioxydant de quelques plantes de la région de Tlemcen. Thèse de magister en produits naturels, activité biologique et synthèse. Faculté des Sciences. Université Abou Bakr Blkaid. Tlemcen. N :65pp+annexes.
- **Moro Buronzo A., 2009.** Grand guide des huiles essentielles, santé, beauté, bien-être. Edition hachette pratique. Paris : 254 p.
- **Moro Buronzo A., et Schnebelen., J.-C. 2012.** Huiles essentielles, les 18 huiles essentielles pour se soigner, First Edition. Paris : 160 p.
- M'hirit O., 2006.** Le cèdre de l'Atlas. Mémoire du temps. Ed. MARDAGA. 288 p.
- Mimeur, 1935- Mimeur J.M 1935. Aphididae du Maroc (7ème note) *Cinara cedri*.
- Meddour R., 1994.** Contribution à l'étude phytosociologique de la portion centroorientale du Parc National de Chrèa. Essai d'interprétation synthétique des étages et des séries de la végétation de l'Atlas Blidéen. Thèse. Magist. Ins. Nat. Alger, 330p.
- **Meddour R., 2010.** Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie. Exemple des groupements forestiers et préforestiers de la Kabylie Djurdjurienne. Thèse. Doct. Agr. Option. Foresterie. Ins. M.M.T.O. 398p.
- Mediouni K., et Yahi N., 1989.** Etude structurale de la série du cèdre à Ait Ouabane, Djurdjura, forêt Médit, XI, 2, 103- 112.
- Mestar., 1995.** Cartographie physiologique et approche phyto-écologique de la cédraie de Tala-Guilef Djurdjura Occidental. Dip. Magister I.N.A. El- Harach (Alger), P. 116
- Monet L., 1964.** Manuel de Paléontologie végétale. Masson et Cie, 3ème édition. Librairie de l'Académie de Médecine. Paris. 168 -169.
- Mouna M., 1982.** Recherche écologiques sur le peuplement frondicole des insectes du cèdre (*cedrus atlantica* Manetti) dans le moyen atlas marocain .TH. Docteur de spécialité. Université d'Aix Marseille .121p.
- Mouna M., 1994.** Etat des connaissances sur l'entomofaune du cèdre de l'Atlas (*cedrus n. sp.* Bull. Soc. Hist. Nat. Maroc, 15, 3, 251-258.
- Nedjahi A., 1993.** Etude de la croissance radiale des provenances du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) en Algérie. Silva Méditerranæa. Actes du Séminaire International sur le cèdre de l'Atlas. Ifrane (Maroc) ; 7 -11 juin 1993: 452 - 461.
- **Nedjahi A., 1994.** Etude de la croissance radiale des provenances du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) en Algérie. Ann. Rech. For., T (27): 451-462.

- Ouis N., 2015.** Etude chimique et biologique de l'huile essentielle de coriandre, fenouil et de persil. Thèse de Doctorat. Université d'Oran 1. 223p.
- Oumeri K., Bensattalah F., 2017.** Extraction des huiles essentielles de genévrier oxycèdre et évaluation de ses propriétés antibactériennes dans le massif de NADOR (W. Tiaret).Mémoire de Master Académique. Université Ibn Khaldoun.34 p. Annexe
- Penny F. Langhammer, Mohamed I. Bakarr, Leon A. Bennun, Thomas M. Brooks, Rob P. Clay, Will Darwall, Naamal de Silva, Graham J. Edgar, Guven Eken, Lold D.C. Fishpool, Gustavo A.B. DA Fonseca, Matthew N. Foster, David H. Knox, Paul Matiku, Elizabeth A. Radford, Ana S.L. Rorrigues, Paul Salaman, Wes Sechrest ET Andrew W. Tordoff., 2011.** Identification et analyse des lacunes des Zones clés de la biodiversité. UICN. 91p.
- paulette, P. 2011.** Secret & huiles essentielles. Édition action web. Paris : 123p.
- Pibiri, M-C.2005.**Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles .Thèse de doctorat. Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne : 188 pp+ annexes.
- Piochon, M.** Étude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore Laurentienne : composition chimique, activités pharmacologiques et hémi-synthèse. Mémoire en Ressources Renouvelables, Université du Québec, **2008** :139pp+annexes.
- Prescott, L-M., Harley J. P. Klein, D-A.2007.**Microbiologie.2^{ème} édition, De Boeck et Larcier, Paris.350p.
- Parc National de Théniet El Had, 2006.**
- Parc National de Théniet El Had. 2011.**
- Ponce, A-G. ; Fritz, R. ; del Valle, C. ; Roura, S-I. 2003,** Antimicrobial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. *Lebensm.- Wiss.u.Technol*, 36.679-684.
- Quezel, P.Gast, M.1998.**Genevrier.*Encyclopédie berbère*. Vol20:3016-3023.
- Quezel, P., Barbero M., Sauta S. 1962.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 1. Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris. 236p.
- Quezel P., Santa S. 1962.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 1. Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, 236p.
- Quezel, P., Medail, F., 2003.** Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. *Edit. Elsevier, Paris*. 571p.
- Ramade, F. 2003.** Eléments d'écologie (écologie fondamentale), 3^{ème} édit. Univ. Paris.690p.
- Ramade, F. 1984.** Elément d'écologie (écologie fondamentale). Ed. Mc Graw Hill. Paris.397p.
- Riou-Nivert, P.2001.**Les résineux. Connaissance et reconnaissance, tom 1,2^{ème} édition ,256p.
- Rossi P. G. 2003.** Caractérisation et valorisation des produits issus de la biomasse : activité biologique des huiles essentielles, 2^{ème} édit. *Univ.Corse*.630p

- Rahmani Y., 2010.** Contribution à l'étude des insectes associés au dépérissement du cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans la région de Batna. cas de la cédraie de Belezma. Université El-hadj lakdar. Batna. faculté des sciences. Département d'Agronomie. 104 p.
- **Rameau, J. Mansion D., Dume G., et Gauberville C., 2008.** Flore Forestière Française. Guide écologiques illustré 3 Région Méditerranéenne. 2426 p.
- Said, D. 2006.** Contribution à l'étude de la croissance d'une plantation de cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le parc national de Theniet el had. Thèse d'ingénieur. Université Ibn Khaldoune – TIARET. 61 p.
- Salido, S. Altarejos J., Nogueras M., Sgnchez A., Panne couque C., Witvrouw M., Clercq E. D.; 2002.** Chemical studies of essential oils of *junipers oxycedrus ssp. badia*. *Journal of Ethnopharmacology*, **81**, 129- 134.
- Sanchez F., Gamez M. J., Jimenez I., Jimenez J., Osuna J. I., Zarzuelo A., 1994.** Hypoglycemic activity of juniper bernes. *PlantaMedica*, vol 60:197-200.
- Sarmoum, M. 2008-** Sujet impact du climat sur le dépérissement du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti). Diagnostic dendrologique et climatique de la cerdaie de Theniet El Had (Willaya de Tissemsilt).Ed. Thèse.mag.Univ. Houari Boumediene, Alger, 100p.
- Seigue, A.1985.**La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes. Edition Maisonneuve et la rose, Paris, 503p.
- **Source : Entomofaune du Québec inc. 637-108, boulevard Talbot Saguenay, Québec G7H 6A4** Adrélec : ceq@ugac.ca Site sur la Toile : <http://entomofaune.qc.ca>
- Source : <http://www.sel.barc.usda.gov/scalenet/scalenet.htm>
- Source : http://entomofaune.qc.ca/entomofaune/cochenilles/cochenilles_intro.html
- Source : http://idtools.org/id/scales/key_info.php
- Source : Les cochenilles –commune de Bouxwiller http://www.commune-bouxwiller.fr/phocadownload/Environnement/guide_jardinage/cochenilles.pdf
- Source : conservation nature information sur la biodiversité <http://www.conservation-nature.fr/statut-Leucasis%20pini.html>
- Source : <http://valhor.fr>
- Source : <http://Espacepoulavie.ca>
- Swanston-Flatt, S. K., Day C., Bailey C. J., Flatt P. R. 1990.**Traditional plant treatments for diabets. Studies in normal and streptozotocindiaceticmice. *Diabetologia*, vol.33: 462-464.
- Seltzer, P. 1946.** Le climat de l'Algérie. Imp Latypo Litho et Jules Carbone Réuniones Alger. 220p.

- Talbi, Y. 2010.** Contribution à l'étude des insectes associés au Dépérissement du Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* M) dans la région de Batna : cas de la cédraie de belezma. Ed. Thes mag. Univ.El-Hadj Lakhdar.Batna.
- **Tapondjou, L. A., Adler, C., Bouda, H., & Fontem, D. A. (2003).** Bioefficacité des poudres et des huiles essentielles des feuilles de *Chenopodium ambrosioides* et *Eucalyptus saligna* à l'égard de la bruche du niébé, *Callosobruchus maculatus* Fab.(Coleoptera, Bruchidae). Cahiers Agricultures, 12(6), 401-407
- **Toth J., 1970.** Plus que centenaire et plein d'avenir: le cèdre en France. Revue forestière française, vol. XXII, n°3: 355-364. 52. TOTH J., 1984. La prévision des possibilités de récolte des cônes de cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti). Ed. Bull, pp : 38-40.
- **Toth J., 1990.** Croissance, sylviculture et production de cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) implanté dans une zone de chêne vert (*Quercus ilex*) de la région méditerranéenne. Française. Ed. I.N.R.A. Vivaldi. Avignon. France. 40p. 54. TOTH J., 2005. Le cèdre de France. Etude approfondie de l'espèce. Paris, L'Harmattan. Biologie. Ecologie, Agronomie.207 p.
- Toudert, K.** Extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatiques provenant de la région de Kabylie (Nord Algérien). Evaluation de leurs effets sur le bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae). Thèse de doctorat en sciences biologiques, Université Mouloud Mammeri .Tizi –Ouzou, Algérie, (2015) :160pp+ annexes.
- Thery, A. 1942-** Coléoptères Buprestides. Faune de France, 41, These Ing,UIK, Tiaret, Alger, 72p.
- Valentini G., Bellomaria B., Maggi F., Manzi A. 2003.**The Leaf and Female Cone Oils of *Juniperus oxycedrus*L. Ssp. *Oxycedrus* and *J.oxycedrus* ssp. *Macrocarpa* (Sibth et Sm.) Bali. From Abruzzo.*J. Essent. OilRes.*, **15**, 418-421.
- Velé, H.** Valorisation officinale des huiles essentielles autorisées dans les phyto médicaments .Thèse de doctorat en Pharmacie. Université Angers UFR sciences pharmaceutiques et ingénierie de la santé, (2015) : 253pp + annexes.
- Villar, L. 2011.**The incense juniper, an old and very useful tree for man in western Mediterranean area. *Ecologia mediterranea*.Vol39:7-16.
- **Wilson, M. 2010.** Huiles essentielles pour la cuisine et le bien-être. Édition FIDE Canada : 191P.
- **Zedek M., 1993-** contribution a l'étude de la productivite du cedre de l'atlas (*cedrus atlantica manetti*) dans le parc national de theniet el had. These de magister. Ins. Nat. Agr d'el harrach, alger, 175p+ annexe.
- Zhiri M.C .2006 .**Pouvoir antimicrobien avéré. Nutranews .vol 12 :143-151.



ANNEXES



Le poids de bois déperé



Le poids de bois



Le distillat



HE obtenu du bois sain



L'hydrolat



Décantation



Poids du flacon vide



Spectrophotomètre



Solution Mueller Hinton



Milieu de culture
(gélose nutritif)



Acide Nalidixique



Préparation de milieu
de culture



L'étuve



Vortex



Poids d'HE dans un tube
epondrof

L'importance de l'activité biologique des huiles essentielles de *Cedrus atlantica* à l'égard des insectes suceurs de sève des aiguilles (cas des cochenilles) dans la forêt naturelle de Theniet El Had.

Résumé

Pour aborder cette automofaune, nous avons utilisé deux techniques : le battage, et le prélèvement des branches et les bois (Sain et Détérioré). Sur 3524 aiguilles examinées aux trois cochenilles, 310 aiguilles sont occupées par *L. pini*, 167 par *C. Kabyliensis* et 14 par *D. regneri*.

C'est dans ce contexte que nous avons essayé d'évaluer *in vitro* l'activité antibactérienne de l'huile essentielle des extraits obtenus par l'hydro distillation des bois (Détérioré et Sain) de *Cedrus atlantica* Manetti sur les bactéries (*E.coli* et *S.aureus*), et sur les insectes ravageurs de graines de cônes (*Megastigmussuspectus*), les insectes suceurs des aiguilles (cochenilles).

Selon les résultats des tests insecticides ainsi réalisés, les huiles essentielles possèdent une activité inhibitrice sur les insectes des cônes et les cochenilles des aiguilles d'où la possibilité de leur utilisation comme des agents antiseptiques.

Mots clés : Cèdre de l'Atlas, Cochenilles, Huiles essentielles, Parc national de Theniet El-Had, Insecticides.

ملخص

قصد دراسة الحشرات المعيشة استعمالنا طريقتين وهما نفض ونزع عينات من الفروع والاشخاب حيث تم حساب 3524 ابرة توصلنا الى 310 ابرة تحوي *L. pini* و 167 تحوي *C. kabyliensis* و 14 تحوي *D. regneri* الكمية التي تم جمعها في مجموع الفصائل الثلاثة المدروسة ذو دلالة الى ان *L. pini* تتوفر بكمية زائدة على مستوى المحطات المدروسة على غرار الاتجاهات التي ليست لها دلالة واضحة , هذا مانسعى الى اثباته من خلال هذه الدراسة على مستوى التجارب المخبرية , حيث تم استخلاص الزيوت من شجرة الارز الاطلسي الصافية والمضمحلة بواسطة الاستخلاص التقطيري التجزيئي , ثم نبين الفعالية ضد البكتيريا لهذه الزيوت *E. coli* و *S. aureus* الحشرات الجارفة الضارة للابوقونات والحشرات الماصة للإبرالقرمزيات , على ضوء النتائج التجريبية يبدو ان للزيوت فعالية واضحة ضد البكتيريا والحشرات المدروسة فيما يؤهلها الى استعمالها كمضاد للالتهابات . الكلمات الدالة : الأرز الاطلسي , القرمزيات, الزيوت الأساسية, المحمية الطبيعية لثنية الحد , مبيد الحشرات .

ABSTRACT :

To approach this automofauna, we used two techniques: threshing, and harvesting branches and woods (Healthy and Deteriorated). Of 3524 needles examined on the three scales, 310 needles are occupied by *L. pini*, 167 by *C. Kabyliensis* and 14 by *D. regneri*.

It is in this context that we have tried to evaluate *in vitro* the antibacterial activity of the essential oil extracts obtained by the hydro distillation of wood (Creeping and Healthy) *Cedrus atlantica* Manetti sur the bacteria (*E.coli* and *S. aureus*), insect pests of cone seeds (*Megastigmussuspectus*), needle sucking insects (mealybugs).

According to the results of the insecticide tests thus carried out, the essential oils have an inhibitory activity on cone insects and needle scale insects, hence the possibility of their use as antiseptic agents.

Key words: Atlas cedar, Scale insects, Essential oils, Theniet El-Had National Park, Insecticides